Sociedad Geográfica de La Paz

BOLIVIA

CONFERENCIAS
Y
ESCRITOS CIENTIFICOS
DEL
Dr. Don Agustin Aspiazu

Taller Tipo-Litográfico
Ayacucho 34.

1897.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS

DISU

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

14346

Conferencias y Escritos Científicos

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

SOCIEDAD GEOGRAFICA DE LA PAZ

BOLIVIA

Conferencias

Y

ESCRITOS CIENTIFICOS

— DEL —

Dr. Don Agustín Aspiazu

INVENTARIADO
No. 20/203
30 de 4 de 1981

Taller Tipo Litográfico—Ayacucho No. 34

1897

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

AGUSTIN ASPIAZU

I

El principio de la sabiduría es un deseo sincerísimo de la instrucción.

Procurar instruirse es amar la sabiduría: amarla es guardar sus leyes: y la guarda de estas leyes, es la perfecta pureza del alma.

[Libro de la Sabiduría, Cap. VI, vers. 18 y 19.]

Y si en esta vida se codicia las riquezas, ¿qué cosa más rica que la sabiduría creadora de todas las ciencias?

Y si alguno ama la justicia ó santidad de vida, frutos son de los trabajos ú obras de esa sabiduría las grandes virtudes: por ser ella la que enseña la templanza, la prudencia, y la justicia, y la fortaleza que son las cosas más útiles á los hombres en esta vida.

(Libro de la Sabiduría, Cap. VIII, vers. 5 y 7.)

Los hombres de ciencia son el resultado de la combinación de un gran carácter y de una tenaz perseverancia; carácter para vencer los atractivos de una vida descansada y de

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

los placeres del mundo, y perseverancia para arrancar sus secretos á esa atrayente esfinge que se llama naturaleza y que no responde sino á los laboriosos obreros, que la interrogan con infatigable tesón y energía, á los cuales proporciona el puro goce de enseñarles la verdad, como una recompensa á la que tienen derecho los que poseen la virtud de multiplicar sus ideas y ensanchar su inteligencia, ocupados día y noche en el desarrollo de su pensamiento, para alcanzar la plenitud de la ciencia, que es la plenitud de la vida del espíritu.

El valor de los hombres de ciencia está en razón inversa de la cultura nacional. En los pueblos iluminados por la soberbia antorcha de la civilización, el hombre de ciencia es una planta que brota expontáneamente porque encuentra un terreno favorable; por el contrario en los pueblos envueltos por las penumbras de una semicivilización, el hombre de ciencia es planta que languidece por encontrarse en suelo estéril. Según esto, no sorprende á la lógica del espíritu que Grecia produzca un Aristóteles, que Roma sea la patria de Lucrecio, que la Italia del Renacimiento nos ofrezca un Leonardo de Vinci, que la Inglaterra del siglo XIX presente un Darwin, que la moderna Alemania tenga hijos tan ilustres como Kant y Humboldt, que la Francia civilizadora sea la patria de un Descartes, de un La Place, de un Bernard,

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

que la América democrática sea la cuna del ilustre Franklin y del clarovidente obrero Edison; pero si, es espectáculo que conmueve, tropezar en los estrechos senderos de nuestra vida intelectual con talentos como los de Villamil y Rada y el malogrado doctor Agustin Aspiazu cuya biografía nos hemos propuesto esbozar á ligeros rasgos, considerándolo principalmente como á científico.

II

Seria injusto decir del pueblo joven aún que se agita en las breñas andinas, lo que Tourguenef decia en arranque de nostalgia lírica á su regreso de Berlin á Rusia: "Todo duerme aquí, excepto la taberna." Pero, por más que lastime el amor propio nacional, es necesario reconocer que la cultura, el saber, la instrucción están en Bolivia descuidadas, y que la rarísima juventud que estudia, tiene que hacerlo por sí y venciendo poderosos obstáculos que le presenta el medio social que le rodea.

Los pocos hombres que como Aspiazu han llegado á poseer algunas verdades del gran patrimonio del espíritu humano, lo han hecho en largas y penosas veladas en las que lograban arrancarlas á las obras de los sabios, como el buso las perlas en el mar Indico, gastando su organismo; estos hombres son los mártires de la ciencia, los héroes del saber cuya virtud es el persistente trabajo.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

La ciencia que se extiende en Europa como un mar de luz, apenas llega á los habitantes de Bolivia como pálido reflejo al traves de nuestras incipientes universidades y de los métodos truncos de instrucción.

Las sangrientas luchas civiles en las que se ha perdido gran parte de la energía nacional, la falta de medios económicos, de profesores y de aparatos, ha hecho que en Bolivia la instrucción sea considerada en la realidad como una ocupación secundaria. A esto se agrega que más importancia ha sabido dar el pueblo á un político efectista ó un militar demagogo, que á un hombre de saber, teniendo este último que buscar por caminos vulgares una subsistencia que su saber y talento superiores no le proporcionaban.

¡Obstáculos de pequeños pueblos, defectos de sociedades en formación!

Para que se desarrolle robusta una época de cultura. es necesario que antes se hayan desarrollado, la industria, la educación, y existan los primeros ensayos débiles, pero indispensables, que hagan brillar los primeros destellos de la ciencia y la literatura.

Es necesaria la tradición, como es necesario el maestro para iniciar á una generación en los primeros secretos del saber. En Bolivia existían tradición de sacrificio y tenacidad, maestros de patriotismo y de valor, pero aun no había y aun no existe una pléyade de sabios y grandes literatos que ense-

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

ñen la luminosa vía de las producciones del espíritu; se siente aún el desamparo de las estepas rusas ó de la helada meseta andina cuando se busca los senderos de la verdad.

III

Es incalculable el poder de la voluntad cuando es persistente en sus resoluciones.

El estudio y la meditación son los buriles con los que se transforma al hombre en sabio.

Aspiazu sintió la pasión del saber anidarse en su pecho cuando era aún muy joven y abandonando los juegos infantiles dedicó sus horas al estudio, á las investigaciones, á la lectura de los grandes maestros poetas y noveladores. Cuando en la Universidad de San Andrés estudiaba los mal cordinados y truncos cursos, se distinguía Aspiazu por su contracción y porque además de las materias que allí se enseñaban, él siempre dedicaba su tiempo á otros ramos de la ciencia, desconocidos en Bolivia.

Estaba dotado de un espíritu poético y de una gran sensibilidad; su temperamento nervioso le hacía capaz de reflejar todas las bellezas de la naturaleza, todos los dolores del humano corazón, todos los arrebatos del patriotismo, del deber ó del entusiasmo que por lo grande pudieran ser producidos. Tenía ap-

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

titudes para ser un eximio literato, porque sabía amar la belleza.

Sus dramas, sus composiciones literarias en prosa y verso, llenas de descripciones maestras, de arranques geniales, de giros retóricos, de exquisito gusto, todo en forma florida y correcta, nos muestra al hombre que se ha familiarizado con los grandes modelos antíguos y modernos.

"Merced á su gran amor á la verdad y á sus profundos estudios hechos durante cincuenta años, llegó á darse cuenta de los más difíciles problemas de la ciencia, llegó á conocer gran parte de lo que forma el patrimonio del espíritu humano". Los conocimientos de Aspiazu eran casi enciclopédicos; y era digno de ver cómo en los exámenes de las facultades de Medicina, Derecho, Teología profundizaba los más difíciles problemas, así como en los exámenes de competencia para optar profesorados ó para ejercer alguna de las profesiones liberales, sabía tocar con profundidad magistral los puntos más árduos, demostrando siempre un caudal de conocimientos variados al por que fundamentales.

Su vida íntima, para quienes le han conocido de cerca, era la constante y tenáz meditación sobre todos los grandes problemas que las ciencias presentan á la investigación humana. Estaba al corriente de los últimos adelantos y descubrimientos, y muchas veces, había dado él soluciones que venían á ser comprobadas por las

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

noticias del "Anuario Científico ó de cualquier otra publicación importante.

Era un infatigable investigador: todos los momentos de su vida los dedicaba al estudio, que no era interrumpido más que para desempeñar, siempre con acierto, las obligaciones de los altos puestos públicos. "La ciencia era su pasión, su deleite, su preocupación: á ella dedicaba todo su tiempo, todas sus fuerzas y en el fondo de su alma le erigió un altar donde su espíritu se encontraba en constante oración."

Sin embargo de no tener maestros llegó á un alto grado de saber. Si Aspiazu hubiera nacido en uno de los centros intelectuales de Europa, hubiera sido un digno émulo de esas lumbreras del siglo XIX y su nombre hubiera sido tan popular como los de Litré, Flamaríon, Tyndall ó Darwin; pero en la naciente socieciedad boliviana apenas pudo llegar á ser un hombre de superior ilustración. Además tuvo un grave defecto: arrastrado de la ansia de saber, recorrió la Jurisprudencia civil, internacional, penal, procedimental; la Medicina legal; la Astronomía, la Física, la Mecánica, la Geografía, la Geología, las Matemáticas y, en fin, muchas otras ciencias que para ser profundizadas necesitan la consagración de toda la vida de un hombre; cierto que por donde pasó hizo surgir destellos de luz y llamó la atención de los hombres de saber de los centros europeos y americanos.

"Su amor á la ciencia le hizo sacrificar,

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

como al gran sabio Humboldt, la molicie de una vida tranquila y las regalías pasajeras y fútiles que ofrece la sociedad. Así como el autor del *Cosmos* abandonaba patria y familia para dirigir sus pasos al Asía central y á la América meridional en pos de lo inexcrutable, así Aspiazu olvidando hogar y amigos, sin preocuparse ni de su subsistencia material, encaminábase al traves de las áridas estepas, batidas por el cierzo helado y las nieves eternas de nuestras montañas, á pié y sin llevar más bagaje que los aparatos indispensables para hacer observaciones científicas. Asi despues de rudo estudio preparó su memorable conferencia á cerca de la formación geológica, alturas principales, temperatura, producciones é hidrografía de la meseta andina.''

''Ha llegado al término de la jornada despues de llenar su tarea conciensudamente. Si hubiera vivido un poco más, con la gran influencia de su talento reconocido y del puesto de Presidente de la Corte del Distrito de La Paz, hubiera logrado apresurar las reformas de nuestra legislación, sobre todo en lo criminal y procedimental. Pues Aspiazu encontraba en los últimos adelantos de la ciencia la base de una evolución que hace ya época en los anales judiciales de la vieja Europa: el atavismo de la raza, el estudio fisiológico del hombre con relación á sus actos; Lombroso y Paul Bert examinando en atento análisis las víceras del organismo, para sacar deducciones que pongan de manifiesto las causas y móviles de la voluntad humana. El

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

telégrafo, la fotografía instantánea, el fonógrafo, los rayos Roentgen y todos los inventos maravillosos del fin del siglo, aplicados á descubrir los secretos recónditos que guarda el pensamiento en el cerebro y el sentimiento en las fibras del corazón."

Aspiazu respetando las preocupaciones del medio social en que vivía, guardaba cierta reserva con respecto á sus íntimas convicciones y solamente abría el santuario de su conciencia á muy pocos de sus íntimos amigos.

"Aspiazu como Ernesto Renan analizaba los dogmas religiosos á la luz de la razón, de la más elevada facultad humana; como Edison se ensañaba contra el misterio, luchaba contra él encarnizadamente, lo analizaba y como un cirujano hace la discección material del organismo del hombre, Aspiazu revolvía el problema entre sus manos, lo desmenuzaba, por decirlo así, hasta llegar al íntimo convencimiento; y como Arquímedes, después de una, dos, diez veladas consecutivas, exclamaba: ¡Eureka! no hay más misterio que Dios, no hay milagro ante la ciencia...."

Su aspecto grave, sereno y meditabundo, la solemnidad de su voz, la precisión de sus palabras adornadas de una inflexible lógica, la cadencia de sus frases, que escuchadas con cuidado, parecían una serie de silogismos donde se encerraba la verdad; demostraban el espíritu superior, trabajado al calor del estudio.

Al hombre que más se ha parecido As-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

piazu es á Bailly, el célebre Presidente de la Asamblea Nacional, y las frases con las que ha definido á éste Lamartine, pueden ser aplicadas á aquel: "hombre de bien, filósofo, sabio, astrónomo ilustre, apasionado por la libertad, que era una verdad más conquistada á la tierra: nutría en su alma la religión de la humanidad. Su culto al Ser Supremo, ilustrado por una razón madura, llegaba hasta la fé, más no hasta el fanatismo. Quería que las ideas y las revoluciones caminasen como los astros en el espacio, con el poder, la magestad y la regularidad de un plan divino. Creía que los pueblos debían ser conducidos ordenadamente hacia sus progresos nacionales, por la mano de sus mejores ciudadanos y no por las convulsivas sediciones de la multitud."

Aspiazu tenía un defecto que disminuyó grandemente su valor intrínceco: una timidez congénita, falta de resolución para arrostrar la impopularidad en medio de esas luchas de partidos políticos á las que son llamados los hombres de valer y en las que generalmente son aniquilados. Se expatrió por no aprobar como Representante Nacional la cesión de nuestros territorios al Brasil, pero no se atrevió á afrontar las iras del tirano desde el asiento del Parlamento.

IV

Nuestro objeto es tan solo dar noticia del hombre de ciencia, del Presidente de la

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).
cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU

Sociedad Geográfica, del fundador de este importantísimo centro científico. Sin embargo enumeraremos algunos de los cargos públicos que desempeñó.

Nació en Irupana en 1827. Era aún estudiante de Derecho, cuando ya regentaba una clase de instrucción secundaria. En 1850, en compañía de algunos profesores, fundó el "Ateneo Bolivar;" y como profesor de ciencias físicas y naturales escribió en 1852 un curso de Física. Aún antes de ser profesor se había distinguido como literato y publicista, por los artículos que publicó en los periódicos de La Paz.

Como educacionista fué uno de los que más se distinguió por su ilustración y método. Recorrió enseñando todas las clases de instrucción secundaria y todos los años de la Facultad de Derecho; fué uno de los más distinguidos profesores de ciencias políticas y económicas, así como de Derecho Internacional. Estos años de estudio é instrucción fueron proficuamente aprovechados por el espíritu de asimilación de que estaba dotado Aspiazu, quién llegó á ser no solamente uno de los mejores maestros, sino el hombre de más variada y profunda educación de Bolivia en la segunda mitad del presente siglo. En el ramo de Instrucción Pública llegó á ser Ministro de Estado y Cancelario de la Universidad de San Andrés.

Representó en los congresos por repetidas veces el pueblo de La Paz; asistió á las legislaturas de 1854, 1857, 1861, 1872, 1874 y otras.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Se distinguió siempre por su ilustración y sus iniciativas, y especialmente por su carácter de independencia patriótica, digno de servir de ejemplo, mostrándose en el seno de la Cámara con gran valor civil.

Fué Consejero de Estado en 1874, pero renunció este puesto como renunció en ocasiones posteriores el ser Vocal de la Corte Suprema y Ministro de Estado. Por insistentes insinuaciones fué Prefecto de los Departamentos de Cochabamba y La Paz, y Ministro de Estado en las administraciones de Frías y Daza. Renunció este último puesto, resistiéndose á sancionar la ley de 14 de Febrero de 1878, que vino á determinar el *casus belli* entre Bolivia Chile.

Cuando desempeñaba la Cancelaría, fué llamado á ocupar un asiento en la Corte del Distrito de La Paz; y por renuncia del Presidente doctor Luis Zalles fué elegido Presidente, sin embargo de existir en el seno de esa docta corporación hombres que habían prestado servicios más antiguos que Aspiazu.

Como Presidente de la Corte Superior, en los discursos inaugurales del año judicial propuso grandes reformas, que rompían con la tradición jurídica del país y aun de las demás naciones del mundo; ellas salvarían esa triste situación de eternas retardaciones que sufren los juicios, que terminan generalmente por deserciones ó desistimientos; es decir, por imposibilidad de conseguir la justicia que se demanda. Sus estudios científicos hacían que se fijase en

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

la aplicación de los grandes descubrimientos á las controversias jurídicas, especialmente á los procesos criminales. Los abogados y juristas, como sucede eternamente, eran contrarios á estas novedades; pues la tradición cuando dejenera en rutina es una enfermedad crónica del espíritu, es un estado patológico que lo cura solo una gran revolución.

V

DESPUÉS de larga y penosa enfermedad en la cual se sintió la más ruda lucha entre el organismo debilitado y el espíritu vigoroso del doctor Aspiazu, al fin murió el 18 de marzo de 1897.

Al frente del gran misterio que se encierra en la tumba, ante el problema del noser ó de la vida ultraterrestre, el hombre de espíritu fuerte estuvo tranquilo y conversando con sus amigos. La debilidad de su cuerpo hizo que no gozara de la plenitud de su razón hasta sus últimos momentos: dos ó tres días antes eran la agitación de sus miembros y las palpitaciones de su corazón las únicas señales que manifestaban su existencia, por que su razón ya se había ofuscado.

VI

EL doctor Agustin Aspiazu ha sido uno de los escritores más fecundos de Bolivia, y sus

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

obras demuestran una extensa ilustración y espíritu investigador.

Juzgados en conjunto los trabajos de Aspiazu, encontramos que, sin embargo de su poderosa imaginación, que parecía indicarle como más á propósito el campo de la literatura, para recoger en él los más inmarcesibles lauros, comprendió que en naciones incipientes más fecundos son los trabajos científicos que enseñan, que los literarios que deleitan. La herencia que á las naciones americanas dejó España es el amor á la retórica y el descuido de los conocimientos científicos; es por ello que han abundado siempre los poetas inspirados, los prosadores elegantes y aún los oradores, y han sido raros los notables matemáticos, naturalistas, historiadores, etc.

Dejando el campo literario, dedicó Aspiazu preferente atención á los trabajos que ilustran y que, sea dicha la verdad, traen consigo la falta de recursos materiales para la vida. Muchos de los trabajos tienen la importancia de su originalidad, como "El calculador náutico"—"Principales problemas de Astronomía y Geografía"—"Los invulnerables"—"La antigüedad de Egipto", etc, y otros que aunque inspirados por obras de sabios extrangeros, son presentados con novedad ó aplicados sagazmente á necesidades nacionales.

Los más difíciles problemas del Algebra y de la Astronomía, explicados por el doctor Aspiazu, eran muy fáciles de comprender; pues estaba dotado de ese espíritu particular del tempera-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

mento francés, que hace de los científicos Figuier y Flamarion los popularizadores de la ciencia. Las conferencias leídas en la "Sociedad Geográfica de la Paz," como Presidente de ella, tienen este carácter y podían ser dadas aun ante un público menos ilustrado.

Cuando se lee cuidadosamente los trabajos de Aspiazu se nota que su mayor deseo era el de la exactitud matemática, y á esta exactitud sacrificaba mucho tiempo y grande esfuerzo.

Para dar una idea más completa de los trabajos del doctor Agustín Aspiazu, haremos ligero análisis bibliográfico de algunos de ellos. Nos ha sido imposible conseguir todas sus obras, esparcidas en periódicos de la localidad y extrangeros, para hacer como hubiéramos deseado, una bibliografía completa; y es por ello que nos limitamos, por encargo honroso de la "Sociedad Geográfica," á dar á continuación algunas notas ligeras que puedan ayudar á los lectores á formarse una idea aproximada de la labor de este trabajador infatigable.

1852 *Curso de Física.* La Paz. Imprenta de "El Pueblo," administrada por Eugenio Alarcón, 1852. Octavo, 72 páginas, una de advertencia.

Como Director del "Liceo Bolivar" se vió el autor en la necesidad de redactar un opúsculo de Física. Es un extracto metódico y claro que llena el objeto pedagógico con el que fué hecho: las primeras 50 páginas estan dedicadas á dar nociones generales de Física, pero se encuentra

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

mucha deficiencia, aun teniendo en cuenta la época en que fué publicado este compendio; así como hay falta de orden en la colocación de los capítulos, pues se trata por ejemplo de la Metereología antes que de la Optica. Desde la página 51 se dedica el autor á dar nociones bastante bien compendiadas sobre Astronomía,

1862.—*Curso de Medicina Legal, redactado y arreglado á la Legislación Boliviana.* 1 tomo, 68 páginas. Octavo, Imprenta de Vapor, Calle de la Aduana, Nº 36.

Cuando apareció este compendio vino indudablemente á llenar un vacío, porque los estudiantes de Derecho carecían de un texto de Medicina Legal, y entonces la importación de libros científicos era muy diminuta. El autor sigue principalmente á Orfila, Dupuytren, Mahon, Chausser y otros, y el redacto está lejos de ser una obra seria y metódica, siendo la parte más extensa la que trata de los venenos.

1864 *Biografia de don Clemente Diez de Medina, Coronel de la Independencia,*—La Paz, 1864. Imprenta de "La Opinión," administrada por Francisco Arzadum, Casa del Tesoro Público. Cuarto, una página de prólogo, fechada en 14 de Mayo de 1864. Consta de 23 páginas.

Contiene este importante trabajo la biografía del patriota boliviano Clemente Díez de Medina, desde su nacimiento hasta su muerte. Contiene muchos datos originales y entre ellos fragmentos de una carta dirigida por Pedro Domingo Murillo á Medina, á fines de Junio de 1809

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Una de las mejores biografías que hasta el presente se han escrito de los prohombres de la independencia boliviana. Su estilo amplio, elegante y cierto giro dramático que imprime á la narración de los sucesos históricos, descubren una imaginación robusta y propia del verdadero literato; y la estricta fidelidad de la relación al propio tiempo que la perspicacia y la solidez de los juicios, al estudiar la causa de los acontecimientos, denotan un talento poco común para escribir la historia.

1868.—*Teoría de los terremotos*—(Discurso pronunciado en su incorporación á la "Sociedad Porvenir del Pueblo") Tacna. Imprenta de "El Progreso", 1868. Cuarto, en dos columnas, 16 páginas.

1871.—*El día magno de La Paz.—15 de Enero de 1871.* La Paz, Imprenta del siglo XIX, de la propiedad del doctor Soliz (sic) calle de San Francisco, casa N° 98, 1871. Dirigida por Leonardo Soliz. Cuarto, una página de advertencia, 53 páginas.

Es una narración panegírica que, como testigo ocular, hace el doctor Aspiazu de la jornada del 15 de Enero de 1871, empeñada por el pueblo de La Paz contra el ejército de Melgarejo, en la cual se sienten las palpitaciones de un pueblo que veía su regeneración en la caída de un tirano que fué el oprobio de su patria, y cuya administración está marcada con un reguero de sangre inocente. Desde la página 45 contiene estados, razones, nóminas de todos los defensores de

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

la ciudad. Resulta de la prolija estadística de sangre, que en ese día hubo 1,378 bajas, ó sea el 30 % de los combatientes. Muertos por ambas partes, 1082. Esta es una de las funciones de ármas en favor de la constitucionalidad boliviana, en que se luchó más encarnizadamente. La descripción del combate es detallada y llena de interés para la historia de la época de la República.

1872.—*Dogmas de Derecho Internacional.*— Obra impresa bajo la protección del Coronel Agustin Morales. Derecho de traducción reservado. Nueva York: Imprenta de Hallet Breen, Calle de Fulton, Nº 60, 1872. Octavo, 334 páginas, IV índice, 4 páginas de prólogo fechado en La Paz, 4 de Mayo de 1870.

Las divisiones de esta obra importante por su claridad son las siguientes: Estado de Paz, Estado de Guerra y Diplomacia. Se halla precedida de algunas consideraciones generales sobre la soberanía de las naciones, en su primera parte, y de otras, en la segunda, sobre la guerra. La forma del trabajo consiste en artículos donde se encuentran condensados los preceptos internacionales, seguidos de comentarios. El autor parece inclinarse á la escuela histórica, porque en los principios que formula reproduce muchas reglas generales del oportunista Andrés Bello, especie de Hobbes americano, y en los comentarios sigue al publicista americano Wheatón; sin embargo, así en su prólogo, como al hablar de la soberanía de las naciones, se presenta como uno

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

de los ardientes partidarios de la escuela filosófica. En suma, opta por una especie de eclecticismo que no responde al objeto que el autor se ha propuesto al formular los preceptos del Derecho Internacional en formas tan absolutas como son los dogmas; siendo así que en el estado actual en que se encuentra esta ciencia, aún no es posible dar á los principios fuerza de leyes invariables é incontrovertibles. El mérito principal de esta obra que demuestra un hombre de talento, consiste en ser uno de los primeros ensayos de codificación ideada espontáneamente. Al mismo tiempo Blüntschli publicaba un trabajo análogo, siendo ambos los iniciadores de las codificaciones de Derecho Internacional. Por lo demás el trabajo se reciente de falta de conocimientos de las obras de modernos tratadistas.

1874.—*El Instructor del Pueblo.*—La Paz. Imprenta de "La Union Americana," de Cesar Sevilla, 1874. Cuarto, 52 páginas, III de índice.

Este trabajo cuyo objeto era poner al alcance de los hombres de mediana ilustración el conocimiento de algunas leyes astronómicas, metereológias, cálculos matemáticos y algunos principios prácticos de la legislación nacional, está ejecutado con método y claridad. Contiene efemérides históricas y religiosas, nociones de Cosmografía y Geografía Política, cálculos, leyes de uso popular, etc- Uno de los capítulos más interesantes, es el dedicado á averiguar las horas de la noche por medio de las estrellas que se presentan en nuestro cielo: señala algunas estrellas

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

con su nombre aymará, por ejemplo el Cinto de Orión se llama Chaca Chilto; señala las latitudes y longitudes de algunos puntos de la región andina, así como las diferencias de hora.

1877.—*La Tierra en su estado primitivo*— Publicado en la "Revista Chilena" Nº 27, Correspondiente al 1º de Marzo, Santiago 1877. Treinta y un páginas, fechado en La Paz, Diciembre de 1876.

Este trabajo hubiera sido de mayor mérito, si no tomara muy en cuenta el autor los fundamentos teológicos rechazados por la ciencia moderna al estudiar los problemas naturales, y solo aceptados cuando se trata de temas teológicos ó tesis de filosofía.

Trató el autor en este trabajo de darse cuenta de las leyes naturales emanadas de las grandes miras que "han asistido al Supremo Hacedor al crear el universo," y explica con estilo elegante la creación de la materia, la formación del sistema solar, el estado primitivo de la tierra, la formación de las plantas y la aparición de los animales antidiluvianos; la configuración física de la tierra, la aparición del hombre y finalmente, el poder de la ciencia.

1877.—*Memoria presentada á la Asamblea Constituyente de 1877 por el Ministro de Justicia, Culto é Instrucción Pública.* La Paz, Imprenta de "El Ciudadano," dirigida por Mariano Gonzáles, 1877. Cuarto, 24 páginas, 50 de anexo y 19 cuadros. Suscrita en Noviembre 19.

Es uno de los más notables informes pre-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

sentados por un Secretario de Estado á los parlamentos reunidos anualmente según la Constitución.

Al hablar del estado de la administración de justicia decía: "Litigios hay que se ventilan durante la vida del hombre; otros que siguen á las familias ó á sus generaciones; otros, en fin, que se hacen eternos é inmortales como el espíritu humano.

"No es una exageración: juicios hay en que han desaparecido todos los que tomaron intervención en la contienda, litigantes, procuradores, abogados, fiscales, jueces, escribanos y testigos; todos han sucumbido, solo la cuestión subsiste, solo el proceso sobrevive con sus hojas estropeadas y carcomidas por el tiempo, con un derecho en cuestión y nunca definido.

"Cuál es el objeto de la justicia? Lo ha dicho Justiniano—dar á cada uno lo que es suyo. Luego ¿á qué fin ese complicado hacinamiento de leyes, si durante mis días no he de conseguir la cosa materia de la demanda? A qué fin esa confusa armazón de leyes en que se cobijan la superchería, el engaño y la mala fe?

"Cuanto más dura un litigio, tanto más oscura se hace una cuestión, y por consiguiente tanto más difícil su solución. Cuanto más dura la cuestión, tanto, mayor tiempo para que los abogados en sus elucubraciones construyan sus parapetos de ataque y defensa, para formar nuevos nudos en esas redes complicadas en que caen los más expertos.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

"De aquí ese gran cúmulo de excepciones desplegadas en guerrilla, los artículos de previo y especial pronunciamiento, las supuestas tercerías, las simulaciones de créditos, los alegatos de pobreza, las falsificaciones fraguadas, las competencias é incompetencias, y sobre todo, esa confusa algarabía de nulidades en que zozobran las causas más justas por el más ligero descuido.

"De aquí esos procesos voluminosos, con distintas foliaturas, con sus hojas estropeadas, que van desprendiéndose por retazos, á semejanza del organismo animal atacado de la gangrena senil. Ordinariamente la mano del litigante interesado en la desaparición de un documento que le es adverso, coopera á la acción destructora del tiempo, inutilizando gradual y paulatinamente la hoja sustancial del proceso; y de aquí nuevas cuestiones acerca de las frases contenidas en el instrumento destruído.

"Causas hay en que la cuestión termina con la desaparición del proceso; pues este en los repetidos viajes del abogado al procurador, del procurador al juez, y del juez al escribano se há estraviado, ignorándose de su paradero.

. .

. .

"Entre las causas que más contribuyen á la dilatación de los juicios, son las leyes sobre nulidades, laberinto inextricable, en que no basta el hilo de Ariadna para salir de él, y en que se pierden los más hábiles conocedores del derecho; pues donde un perito asegura estar afectada una

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

causa de nulidad, otro no le creé así. El más pequeño descuido, la más pequeña omisión del juez, del escribano ó actuario, ó de las partes, dan lugar á ese vicio que inutiliza los posteriores obrados, especie de virus que infecciona y corrompe los ulteriores procedimientos.

"El cuadro que vamos á trazar no tiene nada de imaginario. Es una copia tomada de lo que frecuentemente vemos en el foro ó en otros títulos:

"Es un pleiteante que constantemente anda agitado por las oficinas; le asiste la justicia y tiene la convicción de su derecho. Cuando principió la cuestión era jóven aún, y hoy se vé su cabeza emblanquecida por los años: se halla en el dintel de la vejez. Cuando principió el juicio, tenía una fortuna mediana con que pasar cómodamente sus días, se sentía con las fuerzas necesarias para el trabajo, y hoy se vé empobrecido y sus músculos enervados. Carece de profesión, porque lo mejor de sus días lo ha pasado pleiteando; no tiene más ocupación ni oficio que el de litigante.

"Después de veinte años su abogado, con su pericia forense, ha conseguido desenmarañar la cuestión, que en verdad era embrollada. Los autos constan de varios cuerpos bien gruesos, cebados día por día con una hoja de papel por el espacio de cuatro lustros. Al cabo de este tiempo la causa se halla en estado de verse en definitiva ante el tribunal de última instancia. A proporción que se acerca el día de la sentencia, crecen

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

sus afanes é inquietudes. Por último los jueces han dado una resolución que contiene los siguientes conceptos.

"—Repónese el proceso al estado de demanda, por tal ó cual falta."

"Con una plumada se han inutilizado varios cuerpos de autos confeccionados en veinte años. Capital, esfuerzos y paciencia inútiles. Verdadero trabajo improductivo de los obreros del proceso.

"El litigante condenado á la pena de Sísifo tiene que recomenzar su obra. ¿Qué tiempo durará la cuestión? ¿serán ocho ó veinte años? nadie lo sabe. ¿Quién puede asegurar que el espediente en su reposición no sea herido de una segunda ó de una tercera nulidad?

"Entre tanto los jueces se han retirado satisfechos de haber administrado justicia, de haber dado á cada uno lo que es suyo."

Al darse cuenta de las razones íntimas que influyen en la razón humana para formar un criterio más ó ménos verdadero, dice: "Hay en el magistrado dos conciencias: conciencia moral ó psicológica y conciencia jurídica. ¿A cuál de ellas debería ajustar su conducta?

"Vistos los objetos al través de un prisma, varían de aspecto. De igual modo, acostumbrados los jueces á ver las cuestiones al través de los artículos é incidentes, no distinguen el fondo más que de una manera confusa, mientras que el pueblo, sin más auxilio que la razón natural y el buen sentido, ve las cuestiones con ma-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

yor claridad, distingue fácilmente lo justo de lo injusto. De aquí esa ingeniosa definición que se ha dado de la jurisprudencia: "El arte de ignorar metódicamente lo que el mundo sabe;" y de aquí también esa otra definición de la abogacía: "el arte de encubrir la verdad y de revestir la injusticia con el ropaje del derecho."

Al informar al Congreso sobre los desacuerdos del Patrono Nacional con el Metropolitano, manifiesta las siguientes ideas: "Negar el derecho de *pase ó exequatur* al poder civil, importa negar la soberanía del Estado, y reconocer un otro poder soberano incrustado en el territorio de la Nación.

"Despojado el poder civil de tal prerogativa, hay el inminente peligro de que se introduzca en la República actos emanados de una autoridad extraña y que estén en abierta oposición con nuestras leyes fundamentales y secundarias.

"Si la Nación, como soberana é independiente, tiene el incontestable derecho de imponerse ésta ó aquella religión, ¿por qué negarle la facultad de examinar las leyes que puedan ceder en menoscabo de su autonomía? La Nación que se despojase de tan eminente prerogativa, cometería un acto de verdadero suicidio."

1880.—*Conocimiento del tiempo.*—La Paz. Imprenta de "El Ciudadano." Octubre, 61 páginas.

Este trabajo más importante que el "Ins-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

tructor del Pueblo,'' publicado el año 1874, tiene por base á éste. Contiene cálculos de determinación de las horas de salida y puesta del sol para la región andina, cálculos de las diferencias de hora de distintas ciudades y lugares de la misma región; medios para arreglar un reloj al simple cálculo, para trazar una meridiana, construir un cuadrante, etc. La tabla de las horas en que para la región andina salen y se ponen las estrellas, es más completa que la del "Instructor del Pueblo.'' Contiene además muchos otros cálculos é indicaciones astronómicas y metereológicas que hacen de este folleto uno de los más importantes publicados en Bolivia. Termina este trabajo con una tabla de cálculos de los eclipses de sol y luna, visibles en La Paz, desde 1881 hasta 1900; y la predicción del gran eclipse de sol que tendrá lugar el 3 de Noviembre de 1994 á horas 6--26 m. a. m.: cuya descripción hace 114 años antes, en 1880, es la siguiente:

"El 3 de Noviembre de 1994 el fenómeno se efectuará con las circunstancias que pasamos á expresar:

"A las 6 h. 26 m. de la mañana principiará el eclipse por el borde superior del astro, en forma de una mancha negra que gradualmente irá invadiendo el disco solar. A las 6 h. 56 m. la mancha llagará á cubrir hasta el centro del sol; 31 minutos después (7 h. 27 m.) no quedará del astro más que un filete luminoso, el que por fin desaparecerá á los pocos segundos.

"La oscuridad será completa. Las tinie-

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

blas bajarán á posarse sobre la tierra. Conoceránse las constelaciones por las estrellas de primera magnitud que brillarán en este órden: Arcturo, la Espiga y los dos luceros de Centauro al Oriente; la hermosa constelación de Orión y Sirio al Occidente, los dos gemelos Castor y Polux al Nordeste; la Cabra y Aldebarán próximas á perderse debajo del horizonte. Todos estos luminares juntamente con la Cruz se encenderán como otros tantos cirios, formando el fúnebre cortejo del apagado sol.

"Antes del total oscurecimiento, según las sombras vayan apoderándose de la tierra, la naturaleza se presentará sucesivamente con los colores más tristes y sombríos. Las selvas, bañadas por los pálidos destellos del astro moribundo, ofrecerán el aspecto de una muerte cercana. Las aves y los brutos sobrecogidos de terror y espanto, y creyendo que se extingue el gran luminar del día, permanecerán en el más profundo silencio.

"A las 7 h. 30 m. reaparecerá el borde occidental ó superior del limbo entre la entusiasta algazara de millares de voces. Los alados habitantes de los bosques saludarán gozosos la reaparición de la nueva aurora. 30 minutos después la iluminación se extenderá hasta la mitad del disco eclipsado. A las 8 h. 35 m. el sol brillará en su plenitud, bañando con sus rayos vivificantes una naturaleza embellecida con todas las galas de la primavera."

1882.—*Nuevo sistema de enjuiciamiento civil.*

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

New York. Imprenta y librería de N. Ponce de León, 1882. Octavo, 145 páginas, 25 de introducción.

Sin embargo del gran predominio de la imaginación que se nota al confeccionar este trabajo, es seguramente uno de los más importantes del señor Aspiazu. Partiendo de un principio diametralmente opuesto al enunciado por Dalloz, que dice: "La complicación de las formas, es el resultado inevitable de toda civilización un poco adelantada," el autor trata por el contrario de simplificar los procedimientos para lograr una resolución judicial definitiva y rápida, conformándose á los progresos de la civilización. "Como no es posible, dice, concebir un procedimiento destituído de formas; ó más claro, como la tramitación no consiste más que en la observancia de ciertas reglas prescritas de antemano, colúmbrase desde luego la verdad de la proposición enunciada. Contra lo que se revela la razón y el buen sentido, es contra la complicación ó multiplicidad de formas que no hacen otra cosa que oscurecer la verdad, cobijando el engaño y la mala fé, y dilatando indefinidamente la solución de cuestiones sencillas por su propia naturaleza. Si la precipitación del procedimiento puede ser nociva á la justicia, la excesiva lentitud absorbe los capitales, paraliza el trabajo y seca las fuentes de toda industria."

En la práctica de los tribunales se ve que generalmente los jucios más sencillos duran decenas de años; que cuando uno de los litigantes.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

seguramente el que no tiene la justicia de su parte, litiga de mala fé, no termina la controversia y solo aumenta constantemente el volumen del espediente; que los incidentes y artículos son los que forman lo principal del proceso: la estadística nos demuestra que no llegan ni aún á 5 % los juicios solucionados por sentencia judicial, y que en realidad la justicia es casi un mito. Extirpar estos abusos y hacer que toda cuestion termine en cierto lapso de tiempo y con una sentencia definitiva, es el objeto del trabajo del autor. Presenta el mismo, en 806 artículos, un proyecto de procedimiento civil que sería muy aplicable, á no pecar en muchas partes de prescripciones ideales.

1885.—*Diccionario razonado del Derecho Civil boliviano.* Imprenta "Cervantes." Santiago de Chile, 1885. Cuarto, 133 páginas, dos columnas. La advertencia lleva la fecha de Julio 30 de 1884.

Tomando por modelo á E. Dalloz y algunos jurisconsultos europeos, el autor trata, para facilitar las consultas, de hacer explicaciones del Derecho Civil, en forma de diccionario y por órden alfabético. Sigue en la parte doctrinaria á los expositores franceses y entre ellos especialmente á Dalloz, Chardón, Delvincourt, Duranton, Merlin, Picat, Pothier, Rolland, Tanllier, así como á Escrich, García Calderón, y la jurisprudencia boliviana establecida por la Corte Suprema. El diccionario, como todas las obras de esta clase escritas en Bolivia, se resiente de la

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

superficialidad con que son tratadas las cuestiones jurídicas. y el mismo autor lo declara así al expresar en la advertencia que "al principio había concebido el pensamiento de emprender un trabajo más vasto, de modo que el diccionario comprendiese toda la legislación boliviana; mas no me ha sido posible llevar á cabo tal propósito porque, habiéndose encomendado a uno de nuestros jurisconsultos la confección de nuevos códigos, la publicación de un diccionario general de legislación, solo habría servido por un tiempo muy limitado; su utilidad hubiera sido muy efímera hasta la publicación de las nuevas leyes." Sin embargo, partiendo del principio de que entre la reforma, ó entre la promulgación de un nuevo código civil, parece mucho más conveniente desidirse por lo primero, el autor hace algunas indicaciones muy prudentes, entre las cuales merece particular atención la que se refiere á la servidumbre de luz ó *altius non toliendc;* hace notar las dificultades que ofrece la aplicación de la doctrina de Cujacio, según la cual el deudor de la servidumbre de luz no está prohibido de edificar, con tal de que no cierre las ventanas de su vecino, ó las deje inútiles. En cuanto al espacio que debe intermediar entre las ventanas y la pared del nuevo edificio, opina porque debe ser de dos y medio piés romanos.

Muestra las dificultades de la aplicación de esta doctrina, seguida por los jurisconsultos en general, los cuales sostienen que se debe dejar entre las ventanas y la pared nueva que se le-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

vanta, un espacio de vara y media. Para demostrar la dificultad se expresa del modo siguiente: "aún cuando el espacio que media entre la pared y la ventana sea de vara y media, la cantidad de luz será mayor ó menor según la elevación del muro." Para hacer más palpable esta enunciación pone algunos ejemplos y concluye que, para salvar los conflictos, debería consignarse la siguiente regla: "en caso de que un propietario tenga el derecho de *jus luminum*, el dueño de la heredad vecina no podrá elevar una pared ó edificio á más de 74 grados de elevación sobre el plano horizontal. El ángulo de elevación sobre dicho plano será medido por una recta que partiendo del centro de la claraboya pase por la extremidad superior de la nueva pared en construcción."

1887.—*El Calculador Náutico.*—Inserto en el Nº 29, tomo V de "La Revista de Marina" del "Círculo Naval" de Valparaiso, de Octubre de 1887. Cinco páginas.

Fué recibido con placer por el Directorio del "Círculo Naval" el trabajo de Aspiazu, á quien felicitó calurosamente en comunicación particular. El espíritu matemático del autor trataba de sustituir los principales y complicados cálculos de la náutica, con las indicaciones dadas por una sencilla combinación de ruedas puestas en contacto con los motores que hacen marchar el vapor y reducen á fáciles apreciaciones matemáticas el conocimiento de la velocidad de la marcha y de la distancia recorrida. Pare-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

ce que algunos marinos norteamericanos se han preocupado de ensayar la idea del calculador náutico, con buen resultado.

1888.—*Oficio A. S. E. el Ministro de Instrucción de Francia.*—Publicado en el Nº 15 del "Boletín de Instrucción." La Paz, Febrero 1º de 1888, fechado en Enero 8.

Tiene por objeto este oficio manifestar que el cautchú puede extraerse de una planta trepadora aclimatable en los países meridionales de Europa. Señala los datos para reconocer la planta é incluye una porción de goma, resultado del primer ensayo.

1889.—*Conferencia dada por el Presidente de la "Sociedad Geográfica de La Paz".*—"Boletín de la Sociedad Geográfica" Nº 2, correspondiente al 25 de Setiembre de 1889, La Paz. Ocho páginas fechadas en 15 de Agosto y leidas en 16 del mismo mes.

Contiene esta conferencia los siguientes puntos: la tierra en su origen, sus estados, gaseoso, líquido y sólido, su forma esferoidal y sus dimensiones. Los fundamentos de los principios proclamados en esta conferencia descansan sobre cuatro de las leyes que han regido la formación del sistema planetario; la tierra en su orígen formaba parte de una vasta nebulosa incandescente dotada de los movimientos de rotación y traslación, esta nebulosa fué contrayéndose á causa del enfriamiento y dividiéndose en porciones que son los planetas que han pasado por los estados gaseoso, líquido y sólido; la tie-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

rra, así como los planetas en su estado de fusión y en virtud de la ley del equilibrio de los líquidos tomó la figura esférica, ligeramente aplanada en los polos y levantada en el Ecuador. Estas teorías basadas en principios estrictamente cien tíficos, se encuentran explicadas con sencillez y precisión matemáticas, así como los cálculos del volumen terrestre.

1890.—*Fórmulas para la resolución de algunos problemas de Geografía.*—"El Nacional" Nº 1092. La Paz. Enero 16 de 1890.

Este trabajo que fué leido como segunda conferencia ante la "Sociedad Geográfica de La Paz," contiene algunos capítulos de la obra inédita "Principales problemas de Astronomía y Geografía;" sin embargo se encuentran en él algunos cálculos nuevos.

1890.—*Sondaje de los cielos.*—Inédito.

Este trabajo fué leído como tercera conferencia del Presidente, doctor Agustin Aspiazu, ante la "Sociedad Geográfica." Se trata de explorar con auxilio de las matemáticas los espacios siderales, haciendo como el marino al sondear la profundidad de los mares; explica el autor de un modo fácil y comprensible los métodos para medir las distancias de la tierra á la luna, al sol y á los demás planetas; señala las distancias de las estrellas más próximas á la tierra y, finalmente, la mensura de la vía láctea; tomando en todas estas medidas una escala mayor. Todo ello con elegancia de estilo y recursos de imaginación

5

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

1890.—*La Meseta de los Andes.*— Cuarta conferencia dada por el Presidente de la "Sociedad Geográfica de La Paz.—Imprenta y Litografía de "El Nacional," La Paz, 1890.

Este trabajo útil para el estudio de la gran meseta andina, ó altiplano de Bolivia, que mide más de 5,000 leguas cuadradas, contiene en su primer capítulo preciosos datos sobre la extensión. aspecto físico, temperatura y presión atmosférica y una idea general de la flora y fauna de la altiplanicie, recorrida por Aspiazu varias veces; en el capítulo segundo hace un rápido estudio del período siluriano en América y del levantamiento de la meseta andina, creyendo que más que la acción dinámica de una fuerza súbita se formaban las montañas bajo la acción de los elementos,—tiempo y fuerza; el tercer capítulo se ocupa de las formaciones geológicas de la meseta, de su división en tres zonas y de sus depósitos carboníferos; en el cuarto capítulo habla de los fraccionamientos ó denudaciones de los bordes de la meseta y, por ende, de la formación de las hondonadas y de los agentes niveladores. Este es uno de los trabajos más interesantes de los publicados por el doctor Agustin Aspiazu, que sin embargo de haberse inspirado en los ilustres sabios Forbes, Pissis y D' Orbigni, se aparta de sus conclusiones en muchos puntos señalando con sagacidad y espíritu observador fonómenos curiosos que se habían escapado á estos y otros sabios y viajeros ilustres.

1891.—*Principales problemas de Astronomía*

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

y Geografía.—Inédito. La advertencia se encuentra fechada en La Paz, Marzo de 1891. Ciento cincuenta y dos páginas en manuscrito, fuera de la advertencia y el índice.

"Resolver los principales problemas de Astronomía y Geografía por medio de normas ó tipos sencillos, popularizar y poner estos conocimientos al alcance de las personas poco familiarizadas con los cálculos," ha sido el objeto del autor, quien manifiesta las ventajas que se puede conseguir con el uso de su trabajo, con las siguientes palabras:

"Un cronómetro, un sextante, un anteojo meridiano y otro acromático para la observación de los satélites de Júpiter, es todo el conjunto de instrumentos que se necesitan para la resolución de los problemas que son el objeto de este tratado."

Se ocupa en sus secciones, de los logaritmos, del valor de las líneas trigonométricas, de los cálculos sobre grados y tiempos y de los importantes problemas más indispensables para los cálculos de ascenciones rectas, equinoccios, declinaciones astronómicas, refracción, paralaje, determinación de horas, conexiones de alturas, azimut, longitudes y latitudes geográficas, resolución de los problemas más usuales de navegación, etc.

La obra en su conjunto es importantísima: los cálculos tienen una precisión matemática notable; los procedimientos allí indicados son muy fáciles y su exactitud está comprobada.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Este trabajo, al cual dedicó el doctor Aspiazu mucha labor y paciencia, es suficiente por sí solo para hacerlo merecedor de la consideración de los hombres de ciencia.

La "Sociedad Geográfica" le dá preferente publicación.

1891.—*La antiguedad de Egipto.*—Publicado en "El Comercio," La Paz, 1891.

Prueba el autor por este artículo y otros en que usaba el pseudónimo de P. Washington, que por medio de los signos del zodiaco y su concordancia con las estaciones, la antigüedad de la civilización egipcia se remonta á 15,000 años.

1891.—*Nuevos datos sobre el terremoto del 15 de Agosto.*—La Paz, "La Revista," publicación mensual del "Centro de Estudios."

Tiene por objeto este artículo publicado en "La Revista," la dirección de la honda ceísmica, que en la mañana del 15 de Agosto de 1891 se dejó sentir en La Paz, mediante dos grandes remesones geológicos. Como una comprobación de la procedencia del N. O. y su dirección S. E., señala el autor que todos los relojes de péndulo cuya oscilación se efectuaba de N. E. á S. O. quedaron súbitamente detenidos, por haber recibido un movimiento contrario á su direción; mientras que no sucedió lo mismo con los relojes cuya oscilación del péndulo era paralela á la direción de la onda.

1895.—*Discurso del Presidente de la "Asociación Patriótica."*—Publicado en el "Album del Centenario." Homenage al Gran Mariscal Anto-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

nio José de Sucre preparado por la "Asociación Patriótica" con el concurso de las autoridades política y municipal. Cuerpo de redacción: Sabino Pinilla, Moisés Ascarrunz, Pedro Kramer y Juan Mas. La Paz, Imprenta de "La Revolución", 1895.

En este discurso se encuentra á grandes rasgos la biografía de Sucre, desde su nacimiento en Cumaná hasta su muerte.

1895.—*Los invulnerables.* Publicado en "El Siglo Industrial." La Paz, 1895. Este artículo está firmado en 27 de Julio de 1893.

Se propone el autor fabricar figuras automáticas invulnerables á las balas del enemigo y dotadas de precisión matemática en sus tiros.

1895.—*Determinación de las longitudes terrestres por medio de la cintilación de los astros.* "Boletin de la "Socidad Geográfica" de Lima. Conferencia leída en el acto de la reorganización de la "Sociedad Geográfica de La Paz," el 30 de Noviembre de 1895. El objeto de este trabajo es exponer un nuevo método para determinar las longitudes terrestres con precisión, por medio de las escintilaciones de los astros, observada en distintos lugares en un momento dado. Después de una explicación sobre el significado de las escintilaciones, la causa y las razones por las que deben ser consideradas como fenómenos celestes, hace una aplicación de su método, de cuya certeza en la práctica no nos encontramos muy seguros, sin embargo de que el autor cree que podría usar-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

se como cintilómetro el kinetógrafo inventado por Edison en 1894.

1896.—*Memoria del Presidente de la "Sociedad Geográfica" sobre los límites de la Provincia de Caupolicán.* Inserta en el Nº 7 de la "Revista de Instrucción Pública de Bolivia." Sucre, Julio de 1896. Diez páginas. La Memoria fué leida en 16 de Mayo de 1896 y fechada en 15 de Mayo.

Abarca dos puntos el trabajo: de los modos adquisitivos de dominio en el derecho Internacional y de los límites de la Provincia de Caupolicán. En el primer punto señala tres modos de adquirir la propiedad, tanto en el derecho privado como en el público: la ocupación originaria de las cosas que no tienen dueño, la prescripción y, finalmente, las convenciones y tratados; al disertar teóricamente sobre estos tres puntos ó medios de adquirir la propiedad, trata de aplicarlas á la cuestión de límites internacionales de América, sin tener en cuenta las Cédulas Reales, las delimitaciones y jurisdición de los distritos del Coloniage, los actos posesorios, las exploraciones con tendencias de implantar la jurisdicción civil ó eclesiástica, el principio americano del *uti possidetis*, todo lo cual es singular del derecho público americano. Partiendo del principio del ningun valor de las cédulas, de las expediciones y no teniendo en cuenta las repetidas ocupaciones del territorio del N. O. por Bolivia, trata el conferenciante de arreglar los límites internacionales entre Bolivia y el Perú por tratados sin exhibición de títulos. No recuerda Aspiazu que

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

la propiedad de esa región es indiscutible y que los derechos de la nación boliviana son incuestionables: y así lo han demostrado ya Méndez, Bravo y Armentia. Las teorías absolutas que proclama Aspiazu son inaplicables y completamente teóricas, y si fueran aceptadas pondrían en peligro la integridad de los territorios de todos los Estados Sud-Americanos. La "Sociedad Geográfica" no prohijó las teorías de su Presidente, que estaban en contradicción con los justos títulos de Bolivia y con el Derecho Internacional americano.

1897.—*Levantamiento de mapas y planos topográficos por la fotografía.* Inédito.

Este trabajo fué la séptima y última conferencia dada por el doctor Aspiazu como Presidente de la "Sociedad Geográfica de La Paz. El objeto de él, cuya idea ha sido ya llevada á la prática repetidas veces por ingenieros civiles y mitares, es conseguir rápidamente la fotografía del relieve de un determinado terreno, para lo que se hace uso de un aparato fotográfico suspendido por medio de un globo aereostático.

Estos son los trabajos del doctor Agustin Aspiazu, que hemos tenido á mano y de los que damos ligeras noticias bibliográficas para que los hombres de estudio tengan facilidad de consultarlos. Sabemos que ha publicado muchos artículos científicos y literarios en distintas hojas de la localidad, muchos de ellos importantes, como, por ejemplo, los que se refieren á la región andina; pero no hemos podido conseguirlos, y es

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

por ello que nos limitamos á los trabajos anotados por órden cronológico.

En síntesis, hemos quedado convencidos al recorrer rápidamente las páginas de los escritos de Aspiazu, que desde la fundación de la República de Bolivia hasta el presente, comparados los hombres de saber de nuestra patria, ninguno ha llegado á tener tan variados y vastos conocimientos como el extinto Presidente de la "Sociedad Geográfica," que si no puede ser considerado como una gran notabilidad en el mundo, merece por lo menos, ser colocado entre los primeros que ha producido la América latina.

Aspiazu fué un talento empequeñecido por el medio ambiente social que le rodeaba; hizo suprémos esfuerzos para levantarlo, pero la atmósfera intelectual rarefacta de nuestros altiplanos no le permitió llegar muy alto.

La Paz, Abril de 1897.

P. Kramer

Secretario General
de la "Sociedad Geográfica" de La Paz

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

CONFERENCIAS

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Conferencia dada por el Presidente

DE LA

Sociedad Geográfica de La Paz

EN LA SESION DEL 16 DE AGOSTO DE 1889

Señores:

ORGANIZADAS como se hallan las Comisiones de la Sociedad que me es honroso presidir, y antes de exponer los métodos más expeditos para la solución de los principales problemas geográficos, por vía de introducción á nuestros estudios, voy á ocuparme por ahora de lo que ha sido la Tierra en su origen, de los estados por los que ha pasado y de las causas que han influido para que tome la forma de un esferoide aplastado por los polos y protuberante por el ecuador.

Para que mis razonamientos tengan una base segura, y no puedan ser calificados de imaginarios, me permitiréis que exponga las principales leyes que han regido en la formación de nuestro sistema planetario.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

I

PRIMERA LEY. Todos los cuerpos por aumentos sucesivos de temperatura pasan del estado sólido al líquido, y de éste al gaseoso. Como un ejemplo del principio enunciado, citaré el agua que diariamente se nos ofrece en sus tres estados. A una temperatura inferior á 0° toma el estado sólido ó de hielo; á una temperatura desde 0 hasta 100°, se nos presenta en el estado líquido, y á 100° para arriba, toma la forma gaseosa ó de fluidez aeriforme.

Así como por aumentos sucesivos de calor pasan los cuerpos del estado de solidez al de fluídez aeriforme, vice-versa, por graduales enfríamientos, pasan del estado gaseoso al de liquidez, y de este al de solidez.

Si algunas sustancias parecen haberse sustraído á estas variaciones de estados, es porque se carece de los medios para obtener el enfríamiento necesario. Así ha sucedido con el súlfuro de carbono y el alcohol que recién en 1884 se ha conseguido solidificarlos, á los fríos intensos de —116° y—130°

SEGUNDA LEY. Los fluídos, líquidos ó gaseosos, cuando están juntos, se colocan según el orden de sus densidades. De esta manera entre el mercurio, el agua y el aceite, el primero se vá al fondo de un vaso, el segundo ocupa la parte intermedia, y el tercero la superior. El ácido carbónico, como más pesado, ocupa siempre las capas inferiores de la atmósfera.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

TERCERA LEY. Los líquidos se ponen en equilibrio, formando una superficie que está á igual distancia del centro común que los atrae. De este modo un estanque presenta su superficie lisa y sin prominencias. Por el mismo principio todo líquido contenido entre dos ó más vasos comunicantes, se mantiene á la misma altura.

La convexidad de los mares se explica por dicha ley. Todas sus columnas de agua deben considerarse como una infinidad de vasos comunicantes que se hallan á la misma altura, ó á la misma distancia del centro atractivo. La forma esférica que toman las gotas de agua, de mercurio ó plomo fundido, no es sino á consecuencia de la ley de equilibrio de los líquidos.

CUARTA LEY. Los cuerpos que giran circularmente están bajo la acción de dos fuerzas: centrípeta y centrífuga. La fuerza centrífuga es proporcional al cuadrado de las velocidades. Si el movimiento de la Tierra fuese 2 veces más veloz, su fuerza centrífuga sería 4 veces mayor, porque 4 es cuadrado de 2.

No inculcaremos más sobre estas leyes que se hallan consignadas en los cursos de física, y están por lo mismo al alcance de la generalidad de las inteligencias.

II

ALLÁ en los tiempos más remotos, el Sol, la Tierra y los astros que componen nuestro sistema planetario, formaban una vasta nebulosa

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

incandescente, de forma lenticular, animada de dos movimientos: de rotación y traslación en sentido de occidente á oriente; siendo su temperatura tal, que todas las sustancias, como metales, cloruros, súlfuros, sílices, etc., se hallaban reducidas al estado vaporoso ó de fluidez aeriforme.

Posteriormente todas estas sustancias fueron escalonándose según el orden de sus densidades: las más pesadas gravitaron hacia el centro, y las más ligeras fueron á colocarse á las extremidades ó bordes de la gran masa gaseosa.

Por su movimiento vertiginoso al derredor de su centro atractivo, la nebulosa fué sucesivamente desgarrándose ó dividiéndose en varias porciones. A su vez estas porciones se subdividieron en otras, continuando con sus movimientos iniciales y formando así grupos secundarios.

En breves términos, nuestro sistema planetario ha sido formado por fraccionamientos sucesivos que giraban dentro de la zona del zodiaco.

Para hacer ver que el anterior enunciado no es de mera hipótesis destituída de toda prueba, voy á indicar la marcha de los fenómenos que se notan en la condensación de esas masas luminosas diseminadas en las regiones más apartadas del cielo.

Soluciones de continuidad, desgarramientos de la masa luminosa, como resultado necesario del movimiento de la materia hacia los centros atractivos.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Fraccionamientos y transformaciones de una nebulosa única en muchas nebulosas distintas.

Formación en el centro de un núcleo muy aparente, tanto por sus dimensiones como por su brillo.

Transformación de cada núcleo luminoso en una ó más estrellas.

Así es como se van condensando y fraccionando esas masas gaseosas, gérmenes de otros tantos sistemas planetarios; y así es como van tomando formas más pronunciadas y regulares las nebulosas de los Lebreles, de Orión, de Sagitario, de Perseo y otras muchas, cuyo estado de condensación y transformación en estrellas se halla bastante adelantado. Verdaderas metamórfosis de esas masas blanquiscas en astros luminosos.

Con estos datos y con testimonios tan convincentes, nada de aventurado hay al afirmar que nuestro sistema planetario fué formado por una gran masa aeriforme, girando de occidente á oriente, dentro del zodiaco ó plano de la eclíptica.

III

REPETIMOS: todas las sustancias de la gran nebulosa solar se escalonaron según el orden de sus densidades; rota y dividida en varias porciones, resultaron los planetas colocados en el siguiente órden ó serie, principiando por los más próximos al sol hasta los más lejanos.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Primera serie. Planetas que, como Mercurio, pesan 8 veces más que el agua destilada.

Segunda serie. Venus, la Tierra y Marte, cuyas gravedades específicas son 4 veces más ó menos mayores que el agua.

Tercera serie. Juno, Céres, Palas y Vesta, cuyas densidades son 2 veces mayores que el agua.

Cuarta serie. Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno que pesan tanto como el agua.

Haré notar que las densidades de las cuatro series enunciadas forman una progresión geométrica decreciente como los números 3 : 4 : 2 : 1 : $\frac{1}{2}$.

Siendo Saturno el menos denso, ó una mitad como el agua, según la ley establecida, debió entrar en lugar de Neptuno. Tal variación parece explicarse de este modo:

La solución de la nebulosa de que se formaron los planetas mayores, debió verificarse primero en dos porciones, resultando de una de ellas Júpiter, y continuando la otra porción con su movimiento revolutivo. El extremo más apartado de esta, y por consiguiente de menos densidad al pasar delante de Júpiter, debió sufrir un nuevo desprendimiento de masa que dió origen á Saturno.

Existen probablemente más allá de Neptuno otros planetas ocultos á nuestras miradas y que por razón de su densidad vendrían á estar en la quinta serie.

Por la ley expuesta de las densidades

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

pueden resolverse fácilmente los siguientes problemas:

¿Por qué los planetas mayores están provistos de mayor número de satélites?

Porque siendo de menor densidad, la fuerza atractiva de adhesión ó cohesión es menor entre sus partes componentes, que se han separado y dividido con más facilidad.

¿Por qué la Luna es menos densa que la Tierra?

Porque nuestro satélite se formó de una de las extremidades de la nebulosa terrestre. Su gravedad específica es mayor que la de Júpiter, porque se halla más próxima al sol.

¿Por qué Saturno está provisto de siete satélites y de un anillo desprendido del cuerpo del planeta?

Porque es el menos denso de los otros, y además por estar dotado de un gran movimiento de rotación. Ya se ha dicho que la fuerza centrífuga de los cuerpos que giran circularmente es proporcional al cuadrado de velocidades.

Todos los planetas con menos densidad y mayores movimientos rotatorios habrían estado provistos de anillos semejantes. En efecto, ¿qué otra cosa es el rodete ó protuberancia de la Tierra en el ecuador, sino un anillo que ha permanecido incrustado en su superficie por falta de fuerza centrífuga? Probablemente las bandas de Júpiter son de formación análoga al anillo de Saturno.

Demostrado como queda el estado gaseo-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

so de nuestro sistema planetario en su origen, pasaré á ocuparme de sus posteriores transformaciones.

IV

POR medio del coeficiente de dilatación del aire, la física ha podido determinar que el cero absoluto, ó sea la completa ausencia de calórico, se halla á—273° del termómetro centígrado y que las regiones planetarias pasan de un frío de—140°

Sentado esto, por pérdidas sucesivas de calor, los planetas pasaron del estado gaseoso al de liquidez, tomando la forma esférica ó globular, en virtud de la ley de equilibrio que llevo expuesta.

La Tierra y la Luna, juntamente con los demás planetas, giraban al derredor del sol como otros tantos astros luminosos, con luz propia; y gradualmente fué ésta amortiguándose, como el hierro fundido, que pasa por diversos tintes al volver á su color natural.

Inteligencias extrañas á los progresos de la Astronomía moderna, oponen de aventurada y temeraria la hipótesis de admitir y concebir sistemas planetarios compuestos de soles de variados colores, girando los unos en torno de los otros.

Precisamente la teoría que sostengo se apoya en millares de estrellas múltiples que gi-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

ran las unas al derredor de otra central, con la circunstancia especial de ser la mayor de un color blanquisco anaranjado, mientras que los satélites emiten una luz amortiguada, azulada ó verdusca. Así en la estrella Beta de Andrómeda se distingue un sistema cuádruple de estrellas, cuyo centro es anaranjado como nuestro sol; igualmente en el Escorpión se notan varios sistemas de astros de diversos colores. La estrella Alfa de Centauro es doble. Los últimos cálculos de la ciencia han podido determinar que la estrella satélite es de una masa y volumen como Urano.

V

La tierra por su estado de fusión y en virtud de la ley de equilibrio de los líquidos, tomó la figura esférica; y por la acción de la fuerza centrífuga engendrada por el movimiento sobre su eje, se trasformó desde luego en un elipsoide deprimido por los polos.

Medidas directas practicadas sobre distintos meridianos y diversas latitudes, confirman la teoría que acaba de establecerse.

Cuando en 1672 la Academia de Ciencias de París envió al astrónomo Richer á Cayena, para hacer diferentes observaciones físicas, se notó con gran sorpresa que un péndulo arreglado en París retardaba dos minutos y medio por día en Cayena.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Estaba reservada á Newton la explicación de este fenómeno. El péndulo, dijo, retarda sus oscilaciones en el ecuador, por que además de la mayor fuerza centrífuga en estas regiones, se halla más distante del centro de la Tierra; y partiendo de la fluidez primitiva de nuestro globo, el geómetra inglés dedujo á *priori* el aplanamiento de la Tierra por los polos y su protuberancia por el ecuador.

Tal teoría, como muchas verdades científicas, tuvo numerosos contradictores en Francia é Italia, dando irónicamente á su autor el sobrenombre de *aplastador del mundo*.

Para resolver el gran problema en cuestión, el Gobierno francés organizó en 1736 dos comisiones científicas para medir los grados en el ecuador y las inmediaciones del polo. Maupertuis y otros fueron á la Laponia. La Condamine y Bouguer fueron á las regiones ecuatoriales del Nuevo Mundo.

¿Cuál fué el resultado de estas investigaciones?—El triunfo de la teoría de Newton, el triunfo de la liquidez primitiva de nuestro planeta.

Júpiter y Saturno tienen una forma elíptica mucho más pronunciada que nuestro planeta, por que á mayor movimiento rotatorio, mayor fuerza centrífuga: y á mayor fuerza centrífuga, mayor levantamiento en el ecuador y proporcional depresión en los polos. La ley de la fuerza centrífuga es universal como la gravedad.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Así pues la fluidez de la tierra es una verdad geométricamente demostrada.

Por el progreso del enfriamiento, ella comenzó á solidificarse por su parte exterior.

Que todavía aún se mantiene líquida en su interior, es lo que voy á demostrar.

Es un hecho bien comprobado que la temperatura del globo aumenta un grado por cada 33 metros de profundidad, ó á medida que se desciende al interior. Las mayores excavaciones que se han practicado hasta aquí, pasan de 700 métros, dando de este modo un aumento de temperatura de más de 20.° De aquí podemos deducir que á una legua de distancia el aumento sería de 122°, más que el agua hirviendo; y á las veinte leguas todos los metales, cuarzos, cales, etc., continuarían en estado de fusión.

Con este dato se explican facilmente los fenómenos geológicos que se desenvuelven á nuestros ojos. Las corrientes ígneas vomitadas por los volcanes, provienen de esa masa coruscante en ebullición. Las aguas termales vienen de las partes inferiores que están á ciento ó más grados de calor; los terremotos y esos terribles tiritones de nuestro planeta, se explican por la gran fuerza elástica del agua reducida á vapor.

Los innumerables cráteres apagados en ambos continentes, las estratificaciones de lavas volcánicas que vemos aquí, en esta hoyada y donde quiera que vayamos, las cristalizaciones de las rocas, etc., etc., dan á conocer que la Tierra en los primeros tiempos de su solidificación era una

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

inmensa fragua, cubierta de una corteza débil y poco resistente.

En vista, pues, de cuanto acaba de enumerarse, podemos concluír con Laplace que *la Tierra es un sol apagado.*

Aun hay otra prueba concluyente de la liquidez primitiva del sistema solar, y es la forma especial y característica de la Luna. Como el movimiento rotatorio de este satélite es insignificante, ó casi nulo, á causa de que siempre nos presenta la misma faz, y no siendo por consiguiente un sólido de revolución, su enfríamiento ha debido efectuarse bajo la acción constante de la Tierra; de aquí su forma de un ovoide, prolongado en el sentido de su eje, y de aquí tambien esa pequeña oscilación conocida con el nombre de *libración.*

VI

Por diversas medidas practícadas sobre distinto meridiano y á diversas latitudes, se sabe que el grado medio de la Tierra es de 57,000 toesas, ó sea, de 25 leguas, que multiplicadas por 360° dán 9,000 leguas de circunferencia. Siendo la relación entre el diámetro y la circunferencia 1 : 3.14159, resultan 2,864 leguas de diámetro terrestre.

De igual modo, por muchas y repetidas operaciones geodésicas que han venido practicándose desde mediados del siglo pasado hasta nuestros días, resulta que el eje ó diámetro que

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

une los polos, es al diámetro ecuatorial como 293 es á 294, es decir, que el primero tiene diez leguas ménos que el segundo, ó sean cinco leguas de depresión por lado. En un globo de mil milímetros de diámetro (un metro), la diferiencia sería de tres milímetros entre ambos diámetros.

Considerando el volumen de la Tierra (9.000 leguas de circunferencia), las más grandes cordilleras como los Andes, las más elevadas montañas, como el Himalaya y el Illimani, vienen á ser insignificantes, y no pueden alterar la figura esférica de la Tierra. Si hubiese una mano gigantesca que abarcase á la vez ambos continentes, su superficie aparecería tan igual y pulida, como se presenta á nuestro tacto una bola de marfil.

VII

El genio no solo ha medido las distancias y pesado los globos que giran sobre nuestras cabezas, ha ido más adelante: ha sacado á luz con la punta de su lápiz (Leverrier) un mundo que permanecía oculto entre un piélago de sombras. Ha ido más adelante: por medio de unas simples rayas escalonadas en el espectro, ha subido á los cielos para analizar el Sol, Sirio, Rígel, Proción, Régulo y otras mil estrellas; ha ido más adelante: ha determinado los principios consecutivos de las nebulosas cuya luz nos llega en millares de siglos.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Sí, hoy se sabe con plena certidumbre, que el Sol está formado por un núcleo central incandescente, envuelto en una atmósfera ó fotósfera gaseosa. Hoy se sabe con plena certidumbre que en la composición química de esa lámpara de muchos mundos, entran el hierro, titano, calcio, manganeso, níquel, cobalto, cromo, sodio, bario, magnesio, cobre, potasio y también hidrógeno.

Hoy se sabe con certeza, que la luz suave, blanca y apacible de Sirio, proviene del hidrógeno, del magnesio y del sodio, que los principales elementos de los apartados mundos en elaboración son el azoe y el hidrógeno........

En la historia del progreso humano, los siglos con sus descubrimientos figuran como en una gran exposición de las edades pasadas, con sus pabellones más ó menos suntuosos, más ó ménos levantados. Cualesquiera que sean los adelantos de las generaciones venideras, tendrán que hacer justicia á nuestra época, así como la civilización actual rinde el debido homenaje á los siglos de Copérnico, Keplero, Galileo y Newton.

Leyes sencillas pero sabias rigen el Universo; y parece inútil advertir que la teoría expuesta, no excluye la idea de un Supremo Legislador y Ordenador de las cosas. Por el contrario, una máquina revela tanto más el ingenio de su autor, cuanto más sencillo es su mecanismo.

Alfonso X, Rey de Castilla, al pensar en

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

los siete cielos de cristal y en la complicación de los epiciclos del sistema de Tolomeo, no sin razón dijo: "si Dios me hubiera consultado para crear el mundo, le habría aconsejado que le dé una forma más sencilla" Precisamente el mundo está construído con la sencillez que deseaba el sabio monarca.

La Paz, agosto 15 de 1889.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Segunda conferencia

Dada por el Presidente de la

SOCIEDAD GEOGRAFICA DE LA PAZ

Fórmulas para la resolución de algunos problemas de Geografía

En mi conferencia anterior me ocupé del orígen primitivo de la tierra, de su figura elíptica y dimensiones; voy á exponer ahora algunas formas algébricas que son de importancia en la resolución de los principales problemas de Geografía.

I

Determinar el valor del grado de un paralelo cualquiera

El radio de la Tierra, considerada como esférica, es de 6.366,198 metros: la extensión del arco de un grado es 111,111 m. 11, cifra muy fácil de retenerse en la memoria.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Basta echar una ojeada sobre un globo artificial, para notar que los círculos paralelos disminuyen á medida que se separan del ecuador y se aproximan á los polos; luego es evidente que los grados de los expresados círculos no tienen la misma extensión á diversas latitudes.

El cálculo suministra una fórmula sencilla y de fácil aplicación para determinar el valor de 1° de un paralelo cualquiera.

Llamando p al valor de 1° del paralelo, m al valor del grado medio de la Tierra, y l á la latitud del lugar, tenemos la siguiente expresión algébrica: $p = m \cos l$.

Aplicación. ¿Cuál es el valor de un grado del paralelo de La Paz?

Log. de 111,111, m. 11—5.0457574
Cos. 16°30'—lat. Paz—9.9817370

15.0274944=106,535 m. 5

Esta última cifra indica en metros el valor de 1° del paralelo, á la latitud de 16°30'

Para tener el valor de 1' se divide el valor encontrado por 60, y para tener el valor de 1'', la división se efectúa por 3,600, y se tendrá sucesivamente las siguientes cantidades:

Valor de 1 minuto en La Paz— 1,775 m. 59
Id. de 1 segundo id. — 29 m. 5931

Añadiendo 5 diezmilésimos á la última cifra decimal, por razón de la altura en que estamos, tendremos 6 en lugar de 1. La corrección equivale á medio milímetro por segundo.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Luego el valor de 1 segundo será—29 m. 5936.

Conocido el valor de 1 minuto, de 1 segundo, es fácil determinar geodésicamente la longitud geográfica de un lugar cualquiera, dividiendo por el valor de 1 segundo la distancia que media entre un meridiano dado y el lugar propuesto.

Ejemplo: La distancia que media entre un punto A situado al E, y el meridiano de La Paz, es de 5534 m. ¿Cuál será su longitud?

$$\frac{5534}{29 \text{ m. } 594.} = 787'' = 3'7'' = 12 \text{ s.}47 \text{ tiempo.}$$

Siendo mediodía en el meridiano indicado, ¿qué hora será en el punto A? 12 h. 0 m. 12. s. 47.

A la latitud de 16°30' cada 444 m. en dirección del E. al O. corresponde la diferencia de 1 segundo de tiempo.

II

Determinar la gravedad en un lugar dado

La gravedad es la fuerza de atracción que obliga á los cuerpos á dirigirse hacia la Tierra. (I) Es un efecto de la atracción universal cuyas leyes principales se enuncian de este modo:

1ª ley.—*La gravedad está en razón directa*

1]] Algunos autores designan esta fuerza con el nombre de PESANTEZ.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

de las masas.—Quiere decir, que cuanto mayor sea la masa de un cuerpo, tanto mayor será su atracción. Siendo la masa de la Tierra 81 veces mayor que la de la Luna, claro es que debe tener también una fuerza atractiva 81 veces mayor que nuestro satélite.

2ª ley.—*La gravedad disminuye en razón inversa del cuadrado de la distancia.*—Esta ley consta, como si dijésemos de dos incisos: 1º que cuanto más crece la distancia, menor será la atracción: á mayor distancia menor atracción, es una razón inversa; 2º que la atracción será tantas veces menor, como el cuadrado de la distancia.

Ilustraré con un ejemplo. Supongamos dos cuerpos: el uno á la distancia de 1 radio terrestre y el otro á la distancia de 3 radios. El segundo cuerpo gravitará con una fuerza 9 veces menor, porque 9 es el cuadrado de 3.

Hay dos causas que alteran la gravedad en los distintos puntos de la superficie de la Tierra, á saber: el aplanamiento de los polos y la fuerza centrífuga debida al movimiento de rotación.

A causa de la forma elíptica de la Tierra, cada polo se halla á 5 leguas más cerca que los puntos de la línea ecuatorial, siendo de consiguiente la pesantez menor en el ecuador que en los polos.

Por igual razón la pesantez es mayor en París que en Quito ó Cayena. Es un hecho comprobado que "la gravedad crece con la latitud".

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

La intensidad de la gravedad se mide por la aceleración que en cada segundo adquiere un cuerpo al caer *libremente*. Esta aceleración es de 9 m. 78103 en el ecuador, y 9 m. 83109 en los polos.

La fórmula para determinar la gravedad en un lugar cualquiera es:

9 m. 78103 × O m. 050057 sen²

Aplicación. Se desea saber cuál es la intensidad de la gravedad en La Paz.

Log. O m. 050057........	8.69946.
sen² 16° 30' lat. La Paz...	18.90668.
	7.60614=0.00404
Gravedad en el ecuador....	9.78103
	9 m. 78507. Es

la intensidad en la gravedad al nivel del mar y á la latitud de 66°30'.

Como La Paz se halla á los 3700 m. de altitud, debe hacerse la siguiente corrección:

Log.	3,136.1 n. constante...	3.49639.
Log.	3, 700 alt. La Paz.....	3.56820.
Log.	9 m. 78507 grav. encontrada................	0.99056.
	01136 n. corrpte. al log.........	8.05515.

9 m. 77371. Es la gravedad demandada.

Por procedimientos análogos se ha encon-

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

trado la gravedad de las ciudades que ponemos á continuación:

Lima	9 m 7827
Puno	9— 7731
Corocoro	9— 7737
Oruro	9— 7742
Sucre	9— 7777
Buenos Aires	9— 7974

Sin embargo de estar Lima á menor latitud que Puno tiene mayor gravedad. Esto se explica por la considerable altitud de Puno que se halla á los 3,824 m. mientras que Lima solo está á los 156. Sucede lo mismo respecto á las demás ciudades de la altiplanicie, y aún con Sucre cuya altitud está calculada en 2,844 m.

Conocida la gravedad es fácil determinar el espacio corrido *libremente* por un cuerpo abandonado á sí mismo.

La fórmula es: $e = \frac{g\ t^2}{2}$ que traducido quiere decir:

El espacio recorrido es igual á la mitad del producto de la gravedad por el cuadrado del tiempo.

Aplicación. Se desea saber el espacio que recorrería un cuerpo cayendo en La Paz en el vacío durante 7 segundos.

Convirtiendo la expresión algébrica en sus valores numéricos, tendremos:

$$e = \frac{9\ m.\ 7737 \times 49}{2} = 238\ m.\ 556.$$

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Como el aire retarda la caída de los cuerpos, cuando el tiempo no pase de 3 segundos, solo deberá hacerse el cálculo con el entero 9 m. y la primera cifra decimal.

Ejemplo. Una piedra ha empleado dos segundos en descender hasta el fondo de un pozo, ¿cuál será su profundidad?

$$\frac{9 \text{ m. } 7 \times 4 = 19 \text{ m. } 4.}{2}$$

III

Longitud del péndulo

Para determinar la posición geográfica de los lugares, preciso es conocer las variaciones que experimentan en su marcha los relojes de péndola, á causa de la influencia de la temperatura y de las latitudes geográficas en que se encuentran.

El calor dilata y el frío condensa: hé aquí una ley bastante conocida en física. Según esto, dichos relojes, cuando no están debidamente compensados, se atrasan en el verano. y se adelantan en el invierno; siendo sus variaciones tanto más notables, cuanto mayores sean los cambios de temperatura.

Independientemente de esta causa, un péndulo, aunque su longitud sea constante, varía en la duración de sus oscilaciones en los diversos puntos del globo.

En efecto, siendo mayor la gravedad en

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

los polos que en el cuador, es claro que debe dar en ambos lugares diferente número de oscilaciones en un tiempo dado, en 24 horas por ejemplo.

Supongamos en Burdeos dos relojes de péndola que batan segundos: de estos, que el uno se traslade á los polos ó á sus inmediaciones, y el otro á Cayena.

¿Qué sucederá?

Que el péndulo trasladado á los polos efectuará en 24 horas, 150 oscilaciones más que en Burdeos, mientras que el trasladado á Cayena, hará 150 oscilaciones menos; esto es, 300 oscilaciones de diferiencia. Luego para restablecer la duración primitiva de sus movimientos de vaivén, será menester alargar el péndulo polar y acortar el ecuatorial.

Determinar, pues, su longitud en un lugar dado, es el problema que vamos á resolver con ayuda de la siguiente fórmula.

l=O m. 99102552×O m. 00507188 sen.^{2} lat.

Aplicación. Qué longitud deberá tener un péndulo que bata segundos en La Paz?

Log....00507188 =7.70517.
Sen....16°30' lat. Paz=18.90668.
6.61185.=0.00040912.
Péndulo ecuatorial..............0 m.99102557.

Péndulo á 16°30'.................0 m.99143469.

Para tener la predicha longitud á 3,700 m. de altitud, debe hacerse la siguiente corrección:

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Grav. en La Paz........	9 m. 77371
Grav. en el Ecuador......	9 — 78103
Diferencia..........	732
Décima parte.......	—73
Péndulo ecuatorial..	0 m. 99103
Id. en La Paz.....	0— 09030

Longitudes del péndulo sin la corrección de alturas en las ciudades que se ponen á continuación:

Lima............	0 m. 99125
Puno............	0.— 99141
Oruro............	0.— 99151
Sucre............	0.— 99156
Buenos Aires.....	0.— 99269

Conclusión

Por cansada que os haya parecido mi conferencia de hoy, no habréis dejado de admirar, cómo el hombre por medio de una pequeña placa metálica suspendida de un hilo y sujeta á un movimiento de vaivén ha podido determinar la intensidad de la gravedad, la forma elíptica del mundo que habitamos, y como única consecuencia forzosa, su fluidez primitiva. ¡Una pequeña lenteja revelándonos uno de los grandes misterios de la creación: el estado líquido ó pastoso en que estuvo nuestro planeta ahora miles de siglos!

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

La apacible lumbrera de la noche: la luna, que en la mecánica celeste figura como un péndulo suspendido en el espacio, comprueba con sus oscilaciones, de una manera maravillosa, el abultamiento ecuatorial y la depresión de que tanto se ha hablado.

La Paz, Septiembre de 1889.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Tercera conferencia

Dada por el Presidente de la

SOCIEDAD GEOGRAFICA DE LA PAZ

Sondeaje de los cielos

Nos proponemos en esta conferencia explorar los espacios, como se hace en el oceano. Si el marino queda muchas veces sorprendido al ver que su sonda desciende y desciende, siempre devorada por profundos abismos: mayor ha de ser nuestra admiración al ver que la sonda del cálculo infinitecimal, se pierde en la inmensidad de ese piélago sin límites en que se succeden los mundos á otros mundos, los soles á otros soles, los universos á otros universos, formando en conjunto series indefinidas de simultáneas y sucesivas creaciones.

Nuestro universo: sol, tierra, planetas y

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

estrellas, y todo cuanto existe no es único en la creación: más allá, en esas inmensas profundidades del espacio, se mueven y se agitan en vertiginosos torbellinos otros sistemas estelares,

Una parte de nuestros cálculos va á fundarse en el movimiento de la tierra, que es de evidencia matemática. Hoy con la invención del péndulo de Foucault, el movimiento de la tierra se ha hecho perceptible á nuestros sentidos. Merced á ese ingenioso aparato hoy vemos que nuestro planeta atraviesa los espacios, como el ave que cruza los aires, como la nave qne surca las ondas y como el tren que se desliza en veloz carrera sobre los rieles.

También entrará por base de nuestros cálculos la velocidad de la luz, que recorre 70,000 leguas por segundo; 70,000 leguas en cada latido del corazón.

A medida que vaya ensanchándose el campo de nuestras investigaciones, adoptaremos patrones proporcionales á los cálculos: 1° tomaremos por unidad el metro, después el radio de la tierra, luego el diámetro de su órbita, en seguida la velocidad de la luz, y finalmente, para apreciar las distancias que median entre los sistemas estelares, tomaremos por unidad el eje de la Vía Láctea.

Todos los cálculos irán basados sobre los principios rudimentales de la Geometría y Trigonometría, y para que mi discurso esté al alcance de cuantos me escuchen, haré el uso menos posible del lenguaje algébrico.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Principiemos por la mensura de distancias geodésicas en el terreno.

§ I

Se trata de medir la anchura A C de un río intransitable, del Chuquiapu por ejemplo, cuando está de avenida. Para esto tomo una base A B de 12 metros, más ó menos; mido con el grafómetro el ángulo en A, que lo supondremos de 90°; en seguida mido el ángulo en B.......

Vamos á otro caso. Se trata de saber la distancia que hay de la torre del Loreto al pico del Illimani. Procediendo como en el caso anterior, tomo una base trigonométrica A B de 2,900 metros, más ó menos; mido con un teodolito los ángulos en A y B. De 180°, valor de los tres ángulos de un triángulo, deduzco la suma de triángulos A. y B, y tengo por resíduo 7° 21'

§ II

Mensura *de las distancias de la tierra á la luna, al sol y á los demás planetas*

Con sujeción á los mismos principios trigonométricos vamos á determinar las distancias que hay de la tierra á la luna, al sol y á los demás planetas, con esta diferencia: que en lugar de valernos del metro por unidad, tomaremos por base el radio de la tierra que consta de 1,594 leguas.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

¿Cuál será la distancia que hay de la tierra á la luna?

Para resolver el problema propuesto, colocánse sobre un mismo meridiano dos observadores en A y B, separados por la distancia A B, igual al radio de la tierra. En el momento del paso de la luna por el meridiano, los observadores miden los ángulos A y B. El valor del ángulo C, de 57', se determina por simple sustracción, como en los casos anteriores. En seguida se hace la siguiente proporción: seno de 57' etc.

El ángulo C, de 57', formado por dos líneas que partiendo del centro del astro, terminan en las extremidades del radio de la tierra, se llama la paralaje de la luna

Así como hemos hallado los ángulos C C por simple sustracción, sin necesidad de pasar el río, ni subir á la cumbre del Illimani; de igual modo, el valor de la paralaje en C, se determina por simple sustracción, sin necesidad de situarnos en la luna.

Para tener la distancia A B, igual al radio terrestre, se toma un arco de 60°. Demuéstrase en Geometría que la cuerda A B, de un arco de 60° es igual al radio.

Si los observadores no ocupasen el mismo meridiano, se hace la corrección correspondiente.

Por el método indicado La Lande y Lacaille, en 1752, situado el uno en Berlín y el otro en el cabo de Buena Esperanza, determinaron la paralaje de la luna y su consiguiente distancia de 95,640 leguas.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Conocida la paralaje de un astro, se determina su distancia á la tierra, Así á la paralaje del sol, de 8'6, corresponde la distancia de 38 millones de leguas: de donde resulta que el diámetro de la órbita terrestre es igual al doble de 38 millones, es decir igual á 76 millones.

Por el mismo procedimiento se determinan las paralajes de los planetas y sus consiguientes distancias.

Para no recargar la memoria con tan crecidos guarismos, solo haré notar que una águila que pasara el diámetro de la órbita terrestre *emplearía 200 años.*

¿Cuál sería el tiempo que emplease en pasar el diámetro de la órbita de Júpiter?

Como Júpiter se halla cinco veces más distante del sol que la tierra, el tiempo empleado sería 200×5=1,000 años.

¿En qué tiempo cruzaría la órbita de Neptuno?

Siendo la órbita de Neptuno 30 veces mayor que la de nuestro planeta, el tiempo que tardase sería 200×30=6,000 años, ¡60 siglos!

Las distancias que guardan los planetas entre sí, el orden y colocación según la ley de sus densidades, los cuadrados de sus revoluciones en relación con los cubos de sus distancias, prueban que estos astros pertenecen á una misma familia, que tienen el mismo origen; siendo en consecuencia muy aceptable la hipótesis de que allá en tiempos remotos, que no es posible calcular, todo el sistema planetario formaba una

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

sola nebulosa aeriforme, animada de un movimiento de rotación y otro de traslación en el plano de la eclíptica. Fraccionada la nebulosa en distintas porciones, estas se escalonaron según la ley de las densidades de los fluídos, resultando los planetas en el orden de colocación en que hoy se encuentran.

Hemos sondeado los últimos confines del sistema solar, y hemos puesto el pié en el primer peldaño de la escala que conduce al infinito. Pasemos adelante.

§ III

DISTANCIAS *de las estrellas más próximas á la tierra.*

Dije en el exordio de mi discurso que en las mensuras celestes procederíamos con la misma lógica matemática que en las mensuras terrestres. Id anotando: para las operaciones geodésicas hemos tomado por unidad el metro; para medir las distancias planetarias hemos tomado por base el radio terrestre; y ahora para las distancias estelares tendremos por unidad el eje de la órbita terrestre, de 76 millones de leguas.

Sean dos campanarios *e e*, situados á 5 leguas ó 20 mil metros de un observador colocado en A, provisto de un teodolito, ó mejor de un círculo repetidor de Borda; que el ángulo en A formado por las visuales á los campanarios sea de 59' 15.'' Si el observador avanzase 1, 2, 3, 5 mi-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

límetros ó una pulgada. el ángulo permanecería el mismo; porque 1, 2, 3, 5 milímetros son cantidades insignificantes comparativamente á los 20 mil metros de distancia en que están situados los campanarios. Empero si el observador avanzase con su instrumento 10, 20 ó 30 pasos, el ángulo aumentaría progresivamente.

Ahora sustituyamos los campanarios con dos estrellas *e e* situadas al Este; que el ángulo formado por las visuales á las dos estrellas, sea el mismo que en el caso anterior de 59' 15''. Hagamos que el observador camine 100 leguas en dirección de los dos astros; el ángulo *e* A *e* será el mismo, como si el observador no hubiese dado un solo paso; lo que prueba que las 100 leguas forman una cantidad infinitamente pequeña en comparación á la gran distancia en que están las estrellas; que el observador avance 1,594 leguas, es decir una extensión igual al radio de la tierra, el ángulo conservará su misma amplitud, como si el observador permaneciese en el mismo punto de partida; prueba de que la tierra es como un punto matemático, comparativamente á la gran distancia que nos separa de las estrellas.

Consideremos por un momento que la tierra se extiende hasta el infinito, y bajo este supuesto, que el observador marche en persecución de las estrellas; que avance 10 millones, 40 millones, el ángulo conservará la misma amplitud; que avance 50, 70, 76 millones de leguas: á los 76 millones es cierto que el ángulo

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

habrá aumentado, pero el aumento no llegará á 1 segundo.

El supuesto de que el observador camine 76 millones de leguas en un tiempo muy reducido, se convierte en una realidad, si tenemos presente que la tierra con su movimiento de traslación ha recorrido de enero á julio los 76 millones, siendo en enero el ángulo de 59' 15,'' y en julio de 59' 16.''

De este dato podemos deducir que la distancia que media entre la tierra y la estrella más próxima, es igual al eje de la órbita terrestre, tomado 120 mil veces, es decir 76 millones×120,000; cantidad de la que podemos formarnos mejor idea, expresando que de la estrella más próxima la luz, con su velocidad de 70,000 leguas por segundo, nos llega en 3 años 7 meses. Si tuviésemos un mensajero provisto de alas que atravesase los espacios con la velocidad de la luz, llegaría á la estrella después de un viaje de 3 años 7 meses.

El método de que se sirven los astrónomos para medir distancias tan prodigiosas es el de las paralajes anuas, tomando por base el eje de la órbita terrestre. He aquí las distancias de algunas estrellas, obtenidas según este método:

	Años.	Meses.
La luz de *a* de centauro nos viene en	3	7
La de *a* del cisne, en...............	12	5
La de Sirio, en....................	21	11
La de la polar, en...............	31	
La de la Cabra, en...............	72	8

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Hemos puesto los piés en el segundo peldaño que conduce al infinito.

Arrojemos ahora la sonda de Brock en las inmensas profundidades del cielo.

Sírvense los marinos de la sonda de Brock para explorar y conocer la naturaleza de los terrenos en que descansan los mares.

Una exploración análoga vamos á practicar en las regiones estelares.

Por el análisis espectral se sabe que los mismos elementos que arden en nuestro foco solar, arden también en esas remotas lumbreras del firmamento; siendo sus elementos constitutivos el hierro, titano, calcio, manganeso, niquel, cobalto, cobre, potasio, hidrógeno, etc, sustancias que existen en el suelo que pisamos y en el polvo que levantan. Todas las creaciones fantásticas de cielos de cristal, zafir y esmeralda, desaparecen ante la realidad del cálculo y del análisis practicado con el espectroscopio, que es una de las invenciones maravillosas del siglo XIX.

§ IV

Mensura de la Vía Láctea

Estamos condenados á la pena de Sísifo: para cada mensura dejamos caer de las manos una escala, para reemplazarla luego con otra

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

mayor; levantamos un peñasco á la cumbre de una montaña, para trasportarlo á otra más alta, quedando siempre al comienzo de la obra.

Cuántas veces, en la serenidad de esas noches tranquilas y apacibles, os habréis puesto á contemplar esa zona luminosa que rodea el cielo, á semejanza de una gran serpiente enroscada sobre la esfera. Es la Vía Láctea, inmensa aglomeración de 20 millones de soles, y en la que nos hallamos engolfados juntamente con la lumbrera que nos ilumina.

Así como el sol, la tierra y los planetas forman en conjunto el sistema planetario, así también la Vía Láctea se compone de 20 millones de sistemas planetarios, formando todos ellos un Universo.

El primero que concibió el audaz pensamiento de arrojar la sonda en ese oceano cuasi infinito fué Herschell, *por un cálculo ingenioso á la vez que sencillo.* He aquí como:

El número de estrellas que el telescopio contiene en cada dirección, es proporcional al volumen de un cono que tiene su cúspide en el ojo del observador y su base en el límite esterior de la nebulosa. Según un principio muy simple de geometría, este volumen es proporcional á los cubos de las alturas respectivas de estos conos; las raíces cúbicas del número de estrellas contenidas en cada medida, serán proporcionales á las distancias que separan los límites exteriores de la nebulosa, del lugar en que

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

se ha hecho la observación. De donde resulta que si se toma, por ejemplo, por unidad la distancia de la tierra á las estrellas más vecinas, se encontrará, cuando el campo del telescopio contenga diverso número de estrellas, las distancias correspondientes de la tierra á la Vía Láctea.

Siguiendo el método de Herschell, Estruve y Bessel han obtenido los siguientes resultados: que la gran nebulosa se compone de más de 20 millones de estrellas; que su forma es elíptica anular, con una longitud 100 veces mayor que su grueso; que un rayo de luz emplearía 90 años en recorrer su espesor y 7 mil años en ir de un extremo á otra de la nebulosa.

La figura que está á vuestra vista pone de manifiesto su forma y el lugar que ocupa nuestro sol.

El Universo de que acabamos de hablar es el único en la creación?—No.

Allá como en los últimos confines del firmamento se distinguen pequeñas nubecillas escalonadas, que vistas còn el telescopio, se descomponen en otras tantas aglomeraciones de estrellas, semejantes á la Vía Láctea.

Cuáles serán las distancias de esos sistemas estelares?

Las nebulosas más próximas se presentan á nuestra vista bajo un ángulo de 10' y en el supuesto de que tengan las mismas dimensiones que la Vía Láctea sería necesario que esta fuese trasportada á la distancia de 330 veces su longi-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

tud, para que sea vista bajo un ángulo de 10'. Ahora bien 330×7 mil años=2 millones de años; luego esos sistemas estelares están á una distancia tal, que la luz emplea 23 mil siglos en llegar á la tierra.

El siglo XIX se abrió solemnemente con el descubrimiento de 200 nebulosas, y hoy se conocen más de 4 mil. Imaginémonos un árbol que represente nuestro universo, los demás sistemas estelares quedarán representados por otros tantos árboles, formando todos ellos en conjunto una vasta selva que se pierde en los confines del horizonte. Tal es la creación.

Podemos decir de la creación, lo que dijo Leibnitz al definir el espacio : "Círculo infinito, cuyo centro está en todas partes y su circunferencia en ninguna".

La ignorancia, á la vez que el orgullo del hombre, ha exagerado largo tiempo la importancia del rol de la tierra en las cosas creadas; él se ha obstinado en imaginarse que su morada ocupa el centro del Universo. Mas, habéis visto que nuestro planeta, átomo imperceptible de la creación, no puede servir de centro á millones de mundos que giran en el firmamento. ¿ Ni cómo concebir que la diminuta hormiga pueda contener á centenas y millares de corceles que disparan con veloz carrera? La ignorancia y el orgullo del hombre han hecho que él se crea y se titule rey de la creación, sentado en su trono, inmóvil, viendo desfilar todos los astros para recrear su vista, é iluminar sus días y alum-

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

brar sus noches con una claridad dulce y bonancible. Falso romance de antiguas teogonías de la vanidad humana. La tierra con sus poderosos imperios, con sus 500 ciudades, con sus océanos como el Pacífico y el Atlántico, no figura en la creación más que como un átomo de polvo que vaga en los espacios, confundida con la nada.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Cuarta conferencia

Dada por el Presidente de la

SOCIEDAD GEOGRAFICA DE LA PAZ

La meseta de los Andes

I

Extensión. Aspecto físico. Temperatura y presión Atmosférica. Idea general de su flora y fauna

La gran meseta situada entre las dos cadenas, oriental y occidental de los Andes, principia en el paralelo 15° y termina más allá del 21° con dirección al S. E., en una extensión de 150 leguas de longitud y de 40 de latitud media, dando una área ó superficie de más de 5,000 leguas cuadradas.

La parte más baja, que son los lagos de Poopó y Coipaza, se halla á los 3,700 metros sobre el nivel del mar. El pueblo de Calamarca es-

11

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

tá á los 3,900 metros, y los caseríos de Suches se hallan á una altura igual al monte Cervin en los Alpes.

Por el invierno, á los 3,900 metros de altitud, el termómetro centígrado desciende hasta los 8 ó 10 grados debajo de cero, cubriéndose los arroyos y estanques de una capa de hielo de algunos dedos de espesor. No hay tradición de que el Titicaca se hubiera congelado. El lago de Catantica, de la cordillera de Pelechuco, situado á la altura del Mont-Blanc [4,900 metros] entra en plena congelación.

En las noches despejadas de verano, descendiendo la temperatura á algunos grados debajo de cero, ciertas plantas sujetas á cultivo, muy especialmente las solanáceas, entran en desorganización de sus tejidos, sobreviniendo carestía en el país, plaga que se repite con frecuencia.

Cuando cae una fuerte nevada, toda esta inmensa área se vé cubierta por una sábana de deslumbrante blancura. No de otra manera deben ofrecerse á la contemplación del intrépido viajero las apartadas regiones de la zona glacial.

La presión media atmosférica en el invierno y á los 3,800 metros es de 488 milímetros, dando una diferencia de 2 milímetros entre el máximun y el mínimun del mismo día.

La meseta afectada de una concavidad poco sensible, se compone de dos planos ligeramente inclinados, por cuya línea intermedia ó eje de reunión corre el Desaguadero en una ex-

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

tensión de más de 80 leguas. Así mismo los ejes de los lagos Titicaca y Poopó de figura oblonga, se hallan en la línea de reunión de los predichos planos, circunstancia que dá una idea acerca de la formación geológica de esta región.

Generalmente está atravesada por prominencias longitudinales (cerros, lomas, colinas) que se alzan hasta los 800 metros sobre la Altiplanicie, pero por lo comun á menor altura. Vense en la parte occidental numerosos conos volcánicos, algunos en actividad, diseminados á lo largo de la cordillera, levantándose hasta los 5,000 y 6,000 metros sobre el mar.

Hay lugares perfectamente planos, como en las dilatadas llanuras de Oruro, en que la bóveda celeste descansa sobre un horizonte bien definido, saliendo y poniéndose los astros en él, lo mismo que en la superficie pulida del océano.

Azotada por vientos constantes y recios vendavales presenta un aspecto sombrio, bañado por un pálido sol, cubierto por vastos arenales, ó bien por una vegetación débil y raquítica, consistente en *baccaris* tola, paja, musgo, yareta, etc. Entre los pliegues de las montañas parecen como asilados bosques de *queñua*, familia de los *burceráceas* de que se hace un buen carbón.

Nótanse en estos llanos, especialmente en la travesía de Sicasica á Oruro y Sorasora, salitreras semejantes, según M. Forbes, á los depósitos salinos de Atacama. En la provincia de Carangas esta sustancia cubre el suelo en forma de nevada. Además, hay algunas que como la

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Laguna Blanca en Tacora, contiene en disolución gran cantidad de salitre, que se manifiesta cuando se efectúa la evaporación, pasada la estación lluviosa. Consiguiente es que con la vía férrea que se halla en actual trabajo, la industria saque ventajas de este nuevo elemento de riqueza.

Los metales más explotados son: la plata, el cobre y el estaño. El oro estraído en finísimo polvo de los lavaderos de Suches, llega á la ley suprema de 24 quilates.

Cultívase con provecho la papa, la oca, la quinua, *quenopodium*, la cañagua de la misma familia, la cebada, y en algunos lugares abrigados como en las islas del Lago, hay maiz, hortalizas variadas, fresas de buen gusto, guindas y aún granadillas variedad, *sorbilis*.

En los lugares sujetos á regadíos crecen pastales nutritivos que mantienen ganado lanar y vacuno.—El caballo ha degenerado mucho en en estas alturas; sino inferior, es igual en la talla á un asno; caballejos enanos hay que exceden en poco á un carnero. La alpaca prefiere las vecindades de las cordilleras, se alimenta de una grama que tapiza los lugares húmedos. Las vicuñas en estado salvaje andan en grupos de 3, 5, 12 ó más individuos, guiadas por la más esbelta y desarrollada.

La chinchilla, tenazmente perseguida por su piel de un bello gris ondulado, se halla hoy refugiada en los desiertos de la zona occidental.

Cosa extraña! en un país tan frígido, co-

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

mo estéril y montañoso, se encuentran los seis órdenes de aves reconocidas por los naturalistas: rapaces, pájaros, trepadoras, gallináceas, zancudas y palmípedas.—Desde el gigantesco cóndor hasta el diminuto colibrí.—La cotorra es del tamaño de un canario.

Entre las palmípedas citaré la gaviota, el ave-cuchara y gran variedad de patos; entre las zancudas, los flamencos color de rosa, que se ven á bandadas en las orillas de los ríos y riberas de los lagos; sus plumas son empleadas por los indígenas para adornar sus gorras y vestidos de danza.

Descuella sobre estos alados habitantes el avestruz, inferior al africano por su tamaño y plumazón.

Hecha esta breve reseña de la flora y fauna, consideraremos la región bajo su faz geológica.

II

El Nuevo Mundo en el periodo siluriano. Levantamiento de la meseta

CICERÓN decía: "No concibo cómo dos augures puedan mirarse sin sonreírse recíprocamente." Bien pudo aplicarse esta frase á la mayoría de los geólogos del siglo pasado, pues que su ciencia consistía en hipótesis fantásticas y extravagantes: mas no hoy, porque la geología moderna, basada en principios bien demostrados, ha tomado un rango entre las ciencias exactas.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Desde Elie de Beaumont se sabe el orden con que se han levantado los diversos sistemas de montañas. Desde Werner, Buch, Hutton y otros que han venido después, se sabe el estado en que se hallaban los continentes antes de que ningún viviente hubiera salido de las manos del Supremo Hacedor de las cosas.

La historia del estado primitivo de nuestro globo, la historia del orden cómo han venido sucediéndose los séres organizados, la historia de su progreso y desarrollo, la historia de las espantosas revoluciones físicas que han conmovido nuestro planeta, se halla escrita en rocas imperecederas, en una gran multitud de hojas aglomeradas que han venido venciendo todos los tiempos y edades.—Historia real, positiva, más antigua y á la vez más verídica que la que nos refiere á cerca de la fundación de los primeros imperios. Oigamos expresarse al elocuente Figuier á este respecto.

"Es en vano, dice, que el historiador ó anticuario recorra los campos de batalla griegos ó romanos para encontrar los rastros de los conquistadores cuyas armas han asolado el mundo. El tiempo, que ha destruído los monumentos de sus victorias, ha borrado también las huellas de sus pasos, y de tantos millones de hombres que con sus invasiones sembraron la desolación de la Europa, no queda vestigio de un solo pié. Por el contrario, los reptiles que se arrastraban ahora miles de siglos en la superficie de nuestro planeta, en su infancia aún, han impreso en el

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

suelo el recuerdo indeleble de su paso. Aníbal y sus legiones, los bárbaros y sus hordas salvajes han pasado sobre la tierra sin dejar una marca material, mientras que la pobre tortuga que se arrastraba sobre las silenciosas riberas de los mares primitivos, ha legado á la posteridad sabia la imajen y el sello de una parte de su cuerpo, Estas marcas las apercibimos ahora tan distintamente sobre las rocas, como las huellas que deja el animal sobre la arcilla húmeda, ó que ha pasado sobre la nieve recientemente caida."

Durante el período siluriano el océano cubría casi la totalidad del globo. A excepción de las costas de Suecia y Noruega, los continentes permaecían debajo de los mares: pequeños islotes diseminados principiaban á dibujarse sobre el lienzo azúl de las aguas. Las primeras tierras que se manifestaron en el Nuevo Mundo fueron las costas de los Estados Unidos en el Pacífico, la California y el Oregón.

En la América Meridional sobre el atlántico, la parte del Brasil comprendida entre los 10° y 30°, comenzaba á surjir de entre las ondas; Chile formaba una isla prolongada. Las costas del Perú y Guayaquil y la región que hoy hace el objeto de nuestros estudios, no existían.

Era esta la época en que los mares desempeñaban la importante labor de trasportar y depositar los distintos sedimentos que más tarde debían componer los continentes.

Más que por la acción dinámica de una

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

fuerza súbita y gigante, las encumbradas montañas, los profundos abismos del océano y la aglomeración de rocas quebradas en confuso tropel, se han formado bajo la acción de los dos elementos tiempo y fuerza. Sí, el tiempo y la fuerza hicieron brotar los Andes de las entrañas de la tierra, y el tiempo y la fuerza á la vez impelieron también la meseta elaborada en el seno de las aguas. De aquí esas capas de greda y arcilla que se ven en nuestra cuenca con orden y simetría, guardando un marcado paralelismo; de aquí esos sedimentos que, parcialmente y en conjunto, nos revelan su formación submarina; de aquí en fin la existencia de conchas marinas en las cimas de nuestros altísimos montes.

A diez leguas al S. de La Paz (Pasto Grande) y á una altura de 3,800 metros hay una roca en la cual se hallan enclavados peces del mundo primitivo. Podemos pues considerar la meseta como un ascensor en que han venido levantándose los primeros vivientes de la creación.

¿Qué tiempo ha empleado en su ascenso? Sería imposible decirlo, pero sí puede asegurarse que ha debido tardar muchísimos siglos.

En verdad, pruebas inequívocas dan á conocer que al principio de su levantamiento reinaba en este llano una temperatura ardiente. Casi al nivel de las nieves perpétuas se han encontrado en las excavaciones mineras, troncos corpulentos que denuncian un clima tropical. Confirman tal opinión los depósitos carboníferos

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

y los fósiles de cuadrúpedos que hoy solo se encuentran en la zona tórrida.

Actualmente las costas de Chile, lo mismo que el Norte de Arica obedecen á un lento y gradual levantamiento. En la hipótesis de un ascenso uniforme, á razón de 10 metros por cada tres siglos, para llegar á la altura de 4,000 metros, sería menester el trascurso de 1,200 siglos. (1)

III

Formaciones geológicas. Su división en tres zonas. Depósitos carboníferos

La meseta no es uniforme en su naturaleza mineralógica: ella ofrece una gran variedad en su composición, debida á las frecuentes dislocaciones, á la diversidad de rocas eruptivas y de detritus esparcidos en su superficie.

Con vista de los mapas de Pissis y Forbes trazaré un breve cuadro de las formaciones geológicas de la área comprendida entre los 15° y 21° de latitud S. y 65° y 71° al O. del meridiano de Greenwich.

En la zona de la costa del Pacífico domina la formación oolítica superior, á excepción de los valles de Arica, Tacna y Sama, que son di-

[1] Créese que el solevantamiento de dicha costa ha sido de 30 piés, desde la conquista del Perú por los españoles.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

luvianos, cubiertos de detritus volcánicos, porfíricos y dioríticos.

Con escasas interrupciones la zona de la cordillera occidental es volcánica. Esta misma formación domina en la parte oriental del Titicaca, como Peñas, Achacachi y Carabuco. En la ribera de Pomata se notan rocas conglomeradas de extraordinaria dureza.

Son oolíticas las canteras de Viacha, de donde se extraen las piedras para veredas y para la construcción de nuestros edificios. La llanura que se extiende desde el predicho pueblo hasta La Paz es diluviana, con detritus silurianos y graníticos.

Al Norte de Oruro, en la extensión de un grado al Noroeste, domina la formación siluriana y devoniana.

El valle de La Paz es diluviano con detritus silurianos y graníticos, notándose en todo el contorno de su escarpe una capa blanquisca, de orígen volcánico triásico, que se extiende hasta la cordillera, con diversos fraccionamientos, á causa de las graves conmociones que ha sufrido nuestro suelo.

La cadena oriental es de formación siluriana. M. D'Orbigny clasifica de granítico el Illimani, opinión contradicha por Pissis y Forbes. Lo cierto es que de la cumbre de la montaña bajan piedras de granito, arrastradas por las avalanchas y torrentes que se precipitan por sus flancos.

En resumen, la meseta puede dividirse en

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

tres zonas: la occidental—oolítica, la central—permiana, y la oriental—siluriana.

Los terrenos de la edad carbonífera se hallan al O. de la cadena oriental, en yacimientos aislados y pequeños, comparados con la vasta extensión de otras formaciones sedimentarias. Muy especialmente se encuentran estos depósitos en Tiquina, Llampu-pata, península de Copacabana y Mocomoco: son notablemente fosilíferos, presentando una fauna que no deja duda á cerca de su edad geológica.

IV

Fraccionamientos de los bordes de la meseta. Agentes niveladores

NOSOTROS, habitantes de las faldas de los Andes, creemos que el suelo que pisamos descansa sobre bases inconmovibles de granito, y, no obstante, nada más accidentado que él. Los bordes de la meseta se desprenden, se desgarran, á semejanza de un lienzo ó sábana que se desprende de los muros á que está adherido.

Estos fenómenos de fraccionamientos ó *denudación*, como llaman algunos, han venido y vienen efectuándose desde los tiempos más lejanos hasta nuestros días.

Palpables vestigios prueban que el valle en que vivimos ha sido formado por el hundimiento de la Altiplanicie. Las capas que rodean el escarpe de la hoyada, como ya lo hemos he-

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cho notar, se corresponden en todo el contorno, á semejanza de una perforación practicada en las hojas de un libro. Los sedimentos y detritus que tapizan el suelo son de la misma naturaleza del plano dislocado. Verificado el hundimiento, el torrente del Chuquiapu que se vaciaba en el Desaguadero, cambió de curso. Franqueándose paso al través de las gargantas ó hendiduras de la cordillera oriental, se incorporó á otros ríos que desembocan en el Atlántico.

Sobremanera sorprendentes son los tajos verticales practicados en la cordillera por la impetuosa corriente, y los pedrones de granito depositados por las aguas en inaccesibles alturas. El viajero que transita por estos abismos llamados *Angosturas*, queda sobrecogido de terror, al ver suspendida sobre su cabeza una disforme montaña que amenaza venirse abajo. La desigual temperatura de dos regiones, fría la una y ardiente la otra, comunicándose por tan profundísima brecha, engendra un constante huracán que chocando contra las escarpadas rocas produce un ruído atronador. Las aves arrebatadas por vorágine tan terrible, son estrelladas contra las peñas, describiendo rápidas espirales.—Verdadera rebeza de Maelstron en sentido ascendente.

Posteriores denudaciones han sobrevenido después, dando á nuestro país una fisonomía que le es característica.

El valle de Achocalla ha sido formado después de la venida de los españoles: su existencia data tan solo desde ahora dos siglos. Por

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

la crónica de los padres Agustinos de Lima, se sabe que la población de indígenas situada en la Altiplanicie, á una legua de La Paz, sufrió un brusco descenso del suelo, quedando sepultados todos sus habitantes, con excepción del *curaca* ó *cacique*, que salvó con vida, perdiendo el habla. Refería la catástrofe por medio de señas.

Un suelo revuelto, erizado de prominencias y montículos, y un lago proveniente de las vertientes interceptadas por las capas dislocadas, son los vestigios que han quedado del predicho hundimiento,

Otras veces estas dislocaciones se efectúan por el fraccionamiento de una loma ó colina, hundiéndose una porción, y conservando la otra su posición normal: así sucedió en 1837 con el cerro de Quilliquilli [La Paz.] Un día, después de dividirse este promontorio en dos fracciones, descendió la una, manteniéndose inmóvil la otra. Una parte de la población movida por la curiosidad fué á expectar de cerca el fenómeno.

Un desprendimiento análogo, aún que en más reducida escala, se produjo ahora pocos años en *Tembladerani*, al S. de la ciudad.

Finalmente, á veces estos descensos se verifican por resbalamiento. Hará una treintena de años que el pueblo de Ayata se deslizó como por un plano inclinado, con la circunstancia de que en algunos lugares el suelo sufrió un cambio notable en su orientación: las entradas de las casas que estaban al N. resultaron dirigidas al E., sufriendo las demás análogas variaciones.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

La zona occidental ha sido igualmente teatro de tales perturbaciones. Frecuentemente se ofrecen á la vista del viajero planos desnivelados por cortes ó hendiduras. En la travesía de Tacora á Pisacoma hay una colina tajada verticalmente con una curiosidad que merece referirse: en su parte media, en lo más liso del muro, y fuera del alcance de toda escala, se ve una estaca hundida con el resto de una cuerda colgante.

¿Con qué objeto y de qué modo ha podido asegurarse el madero en tal altura? Es la pregunta que naturalmente se hace el observador.

Puede á mi juicio salvarse la dificultad de esta manera: cuando se clavó el madero y anudó la cuerda, el lugar estaba al alcance del brazo de un hombre: habiendo sobrevenido después un descenso del suelo, ambos objetos resultaron en una situación inaccesible.

Las aguas, lavando y desbastando, han concluido por dar á los terrenos removidos formas las más caprichosas.

Coloquémonos en una altura dominante, dirijamos la vista hácia el S.-E. de esta ciudad, y se ofrecerá á nuestra vista un complicado laberinto de promontorios, crestones de arcilla, excavaciones, etc. En algunos espacios notaréis cúpulas, pirámides, obeliscos, columnatas coronadas de pedrones, figurando en conjunto ciudades de gótica arquitectura.

Por esta breve relación se podrá tener idea de los diversos trastornos por los que ha pasado nuestro suelo, trastornos que á su vez

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

produccen en la estación lluviosa esas desoladoras avalanchas de barro conocidas con el nombre de *mazamorras*, y que en el orden de la naturaleza no son otra cosa que agentes niveladores, para dar más amplitud á los valles, y para hacer más espaciosos nuestros llanos, y más propios para una vegetación espléndida y vigorosa.

La Paz, 19 de Mayo de 1890.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Quinta conferencia

del Dr. Agustín Aspiazu

En el acto de la reorganización de la

SOCIEDAD GEOGRAFICA DE LA PAZ

Determinación de las longitudes terrestres por medio de la cintilación de los astros

Señores:

HOY que las naciones del Nuevo Continente se preocupan con las cuestiones de límites internacionales, he creido oportuno exponeros un nuevo método para determinar las longitudes terrestres con la precisión deseable.

Bien sabéis que los diversos métodos empleados hasta aquí, consisten en comparar la hora local con la de un cronómetro bien arreglado

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

sobre la hora de un otro meridiano conocido, en la observación de las distancias lunares y de los diversos fenómenos celestes, tales como los eclipses, apulsos, ocultaciones, etc. etc.

Entre estos distintos procedimientos descuella por su precisión el de las señales telegráficas, comunicadas de un lugar á otro por medio de la electricidad, siendo indispensable para esto que las dos estaciones estén en comunicación por un alambre conductor, procedimiento inaplicable en las vastas regiones del Nuevo Mundo.

El elemento buscado de la señal instantánea podemos encontrarlo en la cintilación de los astros, procedimiento que á su sencillez y precisión reune la ventaja de determinar las longitudes de los lugares en cualquier tiempo y á cualquiera hora de la noche, sin más condición que la de tener á la vista un cielo despejado en todo ó en parte.

Antes de ocuparme del método propuesto, es de necesidad exponer:

En qué consiste la cintilación

Cuáles son las opiniones de los astrónomos para explicarla.

¿Es un fenómeno atmosférico ó celeste, esto es, se efectúa dentro de la atmósfera ó fuera de sus límites? Puntos que han sido tratados con toda lucidez por M. Arago en su noticia científica de 1852.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

I

En qué consiste la cintilación

Cuando en una noche despejada echamos una mirada al cielo, notamos que los millares de estrellas que chispean en el firmamento no brillan con una luz constante y tranquila, como se observa en los planetas, sino que por el contrario se muestran con intermitencias de luz y oscuridad: ya se apagan, ya vuelven á encenderse con más ó menos brillo, ó con un disco mayor ó menor.

Después de una ojeada general, fijemos nuestra mirada en una sola estrella, y entonces notaremos que los astros no sólo aumentan ó disminuyen de brillo y de tamaño, sinó que con igual rapidez cambian de colores más ó menos vivos, más ó menos pronunciados.

Según M. Foster, la luz roja intensa se demuestra después de dos dilataciones de las estrellas, en otras circunstancias después de tres, y otras veces sin ley alguna regular. El estudio de los oscurecimientos y reapariciones de los astros, de sus dilataciones y contracciones y el orden con que se suceden los colores, sería de suma importancia para el objeto que nos proponemos.

Hay estrellas que cintilan con todos los colores del prisma y sus variadas combinaciones: Sirio, por ejemplo; razón por la que los

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

árabes la designan con el nombre de la "estrella de mil colores." Hay otras que cintilan con menos colores.

Arcturo, cuyo principal color es el rojo, presenta de un momento á otro diferentes grados de intensidad (Kepler).

Por lo general, las estrellas blancas y brillantes sufren cambios débiles.

Antares y *a* de la Lyra mudan de colores, con mucha intensidad.

Las estrellas de primera magnitud cintilan más que las de segunda, y estas más que las de tercera; de donde se deduce que la magnitud es una de las causas que favorece la cintilación.

Los planetas, á diferencia de las estrellas, brillan con una luz tranquila y constante, y si centellean es de un modo poco perceptible.

II

Cuál es la causa de la cintilación

DIVERSAS son las opiniones de los astrónomos para explicar este fenómeno.

Ticho, atribuye la agitación de la luz al movimiento de rotación de que están animados los astros y cuya consecuencia es la dispersión de sus rayos luminosos.

Escalígero, atribuye á cinco causas diferentes: 1ª á la magnitud de los astros; 2ª á su claridad; 3ª á su movimiento; 4ª al aire atrave-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

sado por los rayos, y 5ª al movimiento de la luz en el astro.

Según Jordano Bruno, el fenómeno es producido por las estrellas mismas, que giran sobre sí, ocasionando la agitación de sus imágenes.

Galileo explica por la vibración que las estrellas imprimen á su luz propia, es decir, á la luz que nace en su sustancia misma.

Kepler compara las estrellas á diamantes tallados en facetas, en las cuales el menor movimiento hace nacer los colores.

Arago atribuye á la interferencia de la luz. Empero la explicación que da se funda en la teoría de la *emisión*.

Desde la experiencia de Fresnel, y desde que los trabajos de Ampere hicieron conocer las leyes de las acciones mútuas de las corrientes, hoy todos los sabios se han visto forzados á admitir que la luz es debida al movimiento del éter, fluído sutilísimo y perfectamente elástico que hace más de cien mil millones de vibraciones en menos de un milésimo de segundo.

Para explicar la causa del fenómeno de la cintilación, parece admisible la hipótesis que paso á exponer.

Sabido es que la luz se compone de siete colores primitivos cuya reunión da el blanco. También el blanco puede componerse por medio de un color complementario de otro: así el verde es complementario del rojo, el azul del anaranjado, el violado del amarillo. Por otra parte, estando cada onda luminosa ó cada color do-

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

tado de distinta velocidad, la luz, al atravesar los espacios celestes, unas veces se descompone en sus colores primitivos, y otras veces vuelve á componerse, ya sea conjuntamente, ó bien parcialmente, resultando de tal combinación la gran variedad de colores con que cintilan las estrellas. Según esta hipótesis, el blanco intenso proviene de la reunión de los colores primitivos; el menos intenso, de la reunión de un color complementario con otro, del verde y rojo por ejemplo.

III

La cintilación es un fenómeno atmosférico ó celeste?

Sea cual fuere la causa de la cintilación, lo que importa á nuestro objeto es saber: 1° si ella se manifiesta á un tiempo, bajo la misma apariencia para los observadores situados en distintos lugares; 2° si ella se manifiesta con la misma intensidad á diferentes alturas de la tierra.

Kepler afirma el primer enunciado, esto es, que la cintilación de una estrella es la misma para los observadores colocados en distintos lugares. "Yo me he unido, dice, á muchas personas que en el instante que ellas observaban un cambio, lo indicaban por medio de un signo. Nosotros hemos advertido siempre que el fenómeno notado por el observador mudo, era al instante denunciado por otro."

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

De aquí se infiere, que la serie de las variaciones de brillo y de color se manifiesta á la vez, si no con la misma intensidad, al menos con el mismo orden, cualquiera que sea la altura del astro sobre el horizonte.

En cuanto al segundo enunciado, yo he tenido ocasión de observar que las estrellas cintilan tanto para los que están al nivel del mar, como para los que se hallan en la meseta de los Andes. A esta altura la cintilación es más pronunciada en las noches de invierno, esto es, cuando la atmósfera está depurada de vapores. Si el fenómeno fuese exclusivamente atmósférico los astros centellearían con toda su intensidad para un observador en el mar, siendo casi nula á una altura de 4 ó de 5,000 metros. De aquí se desprende que la descomposición de la luz y cambios de colores, se efectúan fuera de los límites de la atmósfera.

IV

Determinación de las longitudes geográficas

SENTADO esto, el nuevo método consiste en hallar la diferencia de horas entre dos lugares, por observaciones simultáneas de un fenómeno celeste. En el caso que nos ocupa, el fenómeno celeste consiste en el orden con que se suceden las intermitencias del brillo y las variaciones de disco y color de una estrella en un tiempo dado.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

El siguiente ejemplo hará más comprensible nuestro pensamiento.

Supongamos que el 3 de Marzo de 1895 se hubiese notado en el observatorio de París, las siguientes variaciones de Sirio.

H.	M.	S.	COLORES	DURACIÓN.
9.	0.	0..	Blanco intenso.	0''6
9.	0.	0,6.	Oscurecimiento	1''0
9.	0.	1,6.	Rojo..........	0''5
9.	0.	2,1.	Verde	0''9
9.	0.	3..	Oscurecimiento	0''8

Que al propio tiempo en Greenwich se hubiese observado el mismo orden de cambios en iguales intervalos, empero con la diferencia de 9 m. 21 s. más temprano, claro es que este tiempo indicará la longitud entre ambos observatorios. Comparando pues, las observaciones hechas en un lugar con las practicadas en un observatorio cualquiera, se tendrá la diferencia de horas, y con ella la longitud buscada.

El método que acabo de exponer está basado en la igualdad de las cintilaciones de un astro á diferentes alturas. Empero, si estudios más prolijos llegasen á contrariar el anterior enunciado, entonces sería fácil practicar las observaciones simultáneas, á la hora en que el astro se encuentre á la misma altura sobre el horizonte de los dos lugares cuya longitud se trata de determinar.

Supóngase que en una fecha dada, Rijel

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

para el observatorio de París culmine á las 11 p. m., á los 33° sobre el horizonte. Pasada esta hora, el astro comenzará á descender.

En el instante en que Rijel culmine para París, será visto en La Paz al E. á menor altura de 33°. A medida que el astro descienda para París, continuará elevándose sobre el horizonte de La Paz. Luego es claro que habrá un momento en que Rijel sea visto á la vez á la misma altura en ambos lugares.

Las más ligeras variaciones de brillo y color pueden ser estimadas por medio de un cintilómetro consistente en una placa fotográfica, deslizándose con un movimiento uniforme; en cuyo caso los tiempos de las intermitencias de brillo y oscuridad estarían representados por líneas blancas y negras proporcionales á su duración.

El problema de la fotografía de los colores ha sido resuelto por M. Lipman en 1892.

Recientemente (1894), Edison con su maravillosa invención del kinetoscopio ha puesto ante nuestra vista los movimientos de los cuerpos animados é inanimados. El sabio yankee ha hecho para los ojos, lo que el fonógrafo para el oido. Ha principiado por idear el kinetógrafo, instrumento con el cual ha obtenido 46 fotografías por segundo. De manera que hoy tenemos un orador retratado gesticulando con toda su mímica al pronunciar su discurso. Son aún más sorprendentes los cuadros de la naturaleza animada; de una arboleda que se agita

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

al soplo del viento, de las aves sorprendidas en su vuelo, del mar en los momentos de una tempestad con el rayo que se desprende de la nube, con las olas que después de chocar contra las rocas se convierten á la vista del espectador en albeante espuma.

El cintilómetro de que he hablado, no sería otra cosa que el kienetógrafo de Edison con breves modificaciones.

La Paz, á 30 de Noviembre de 1895.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

MEMORIA

Leida por el Presidente de la

SOCIEDAD GEOGRAFICA DE LA PAZ

En la sesión extraordinaria del día 16 de Mayo de 1896 (1).

Modos adquisitivos de dominio en el Derecho Internacional. Límites de la provincia de Caupolicán

Los trabajos que más deben preocupar á la Sociedad Geográfica son los de límites con las repúblicas vecinas.

Ante todo y por vía de exordio, es conveniente exponer los medios de adquirir la pro-

(1) Esta memoria fué rechazada en sus fundamentos por la Sociedad Geográfica—(Nota de la Comisión).

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

piedad establecidos por el derecho, tanto para los particulares como para esas grandes entidades políticas conocidas con los nombres de Naciones ó Estados.

El Derecho Internacional, así como el público y privado, reconoce tres modos de adquirir el dominio, á saber: por la ocupación original, las cosas que no pertenecen á nadie; por la prescripción, las que habiendo sido poseidas por otro, han quedado abandonadas por cierto lapso de tiempo, y finalmente por convenciones ó tratados.

Muy someramente he de ocuparme de cada uno de estos medios.

La ocupación originaria consiste en la adquisición de dominio de lo que no ha pertenecido a nadie: tal era la que se practicaba en los siglos XV y XVI con motivo de los grandes descubrimientos marítimos, y en que los navegantes y exploradores, á nombre de sus soberanos tomaban posesión de las islas descubiertas y regiones desocupadas.

Empero para obtener la propiedad por este título, no basta una ocupación transitoria y pasajera, sinó una posesión real y efectiva; no basta la simple intención de ocupar un territorio, como la de fijar banderas, levantar monumentos de paso, sinó practicar actos consistentes en verdadera ocupación, como en cultivar la tierra, mejorarla con el trabajo, crear establecimientos mercantiles ó de pesquería, agrupar tribus errantes, infundiéndoles las primeras nociones de

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

la civilización, ó bien fundar colonias, dándoles una organización política cualquiera.

Cuando con motivo del descubrimiento de América se suscitaron disputas á cerca de las vastas regiones que se encontraron en los lindes occidentales del Atlántico, Alejandro VI expidió su famosa bula de 1493, confiriendo á las coronas de Castilla y Aragón todas las tierras situadas más allá de una línea trazada de un polo á otro y á cien leguas de las islas Azores.

Fundados en tal decisión, los españoles se creyeron con derecho exclusivo al Nuevo Mundo. Mas la Francia, la Inglaterra y la Holanda, haciendo poco aprecio de tal disposición pontificia, llevaron sus descubrimientos y conquistas más alla del meridiano indicado.

Fué aún mayor la pretensión de alegar dominio exclusivo á esa inmensa masa de aguas que cubre más de la cuarta parte de la superficie de nuestro planeta, fundándose en el hecho de haber uno de los Capitanes españoles descubierto el Pacífico, tomando posesión de sus aguas con el pendón de Castilla en la mano.

Los mares, los océanos no son susceptibles de exclusivo dominio: ellos son la ancha vía destinada á la comunicación de todos los pueblos de la tierra. El océano es el inmenso espejo en que se refleja el infinito de la creación.

Siendo la tierra el patrimonio del género humano, la propiedad no puede emanar de otro título que del sello impreso en el suelo con los instrumentos de producción.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

La mera ocupación, el simple tránsito constituyen un hecho, no un principio; son signos por los cuales se manifiesta la intención de poseer; más esta intensión no basta para obtener el dominio.

Que un hombre, al situarse sobre una colina dominante de una vasta región sin dueño diga: "es mío cuanto abarca mi vista en este dilatado horizonte: ríos, bosques, aves, todo me pertenece." Nadie aceptaría tal deseo de ocupación por un título de propiedad; pero que ese mismo hombre se establezca en un más reducido espacio; que construya una cabaña; que extirpe las malezas; que cerque el terreno para impedir la entrada de alimañas perjudiciales; que rasgue el seno de la tierra con el pico ó el arado; que deposite las cimientes de plantas útiles; solo entonces el deseo de ocupar unido al trabajo se habrá convertido en un derecho. La naturaleza no prodiga sus tesoros sino al precio de labores incesantes.

Esto no obstante, conviene establecer una diferencia entre la ocupación particular y la pública. Un territorio sin dueño, enclavado entre dos ó más Estados, solo puede ser poseido por uno á más de sus vecinos: de otro modo, un extraño podría establecerse con notable perjuicio de los colindantes.

No habiendo pues título de propiedad sin el trabajo, á nada conduce en el caso que nos ocupa, averiguar á cerca de quiénes fueron los primeros exploradores de las regiones del Nue-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

vo Mundo; quiénes los primeros que arribaron á las Guayanas, ó quiénes los que en siglos pasados navegaron los ríos Marañon, el Plata y Bermejo; quiénes los primeros transeuntes por las hoyas del Purús, del Yavarí é Inambari: cuáles los primeros misioneros que pusieron las plantas entre las tribus de los guarayos y toromonas. A nada conduce investigar, si los vestigios de las primeras huellas que se notan en nuestros desiertos, son de viandantes españoles ó portugueses.

Descubrir, explorar es un acto de la ciencia y no un acto político de ocupación.

El navegante Sebastián Cabot, subvencionado por la Corona de Inglaterra, descubrió en 1496 la extensa costa de la América del Norte comprendida entre los grados 56 y 38 de latitud. El dominio alegado por los ingleses á este vasto territorio, sin otro título que el del descubrimiento marítimo, fué considerado generalmente como ilegal.

En 1875 el capitán Nares consiguió penetrar en las regiones polares hasta los 83° 20' de latitud; recientemente en 1895 un intrépido navegante, con admiración universal, pudo llegar hasta el mismo polo, punto extremo del eje de rotación de la tierra, y cuyo zenit está marcado por la estrella polar. ¿A quién pertenecerá esta región? No pasará de ser un descubrimiento marítimo, si la Monarquía Sueco-Noruega no procede á una ocupación real, seguida de un establecimiento de cualquier género de industria.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Al tratarse de demarcaciones territoriales entre las diferentes secciones sud-americanas, se ha dado suma importancia á las antiguas cédulas expedidas por la Metrópoli, sin advertir que muchas de esas reales disposiciones han caducado, por prescripción, y muy marcadamente por arreglos ó convenciones posteriores.

Piérdense por la prescripción las cosas que habiendo sido legalmente poseidas por otros, han quedado abandonadas por cierto espacio de tiempo. Los tratadistas no están acordes en fijar el plazo necesario para prescribir. No obstante esto, parece lógico deducir que si el derecho privado deja comunmente el término de treinta años, debería asignarse mayor tiempo, v. g. de 40 ó 50 años, para presumir el abandono de un territorio.

Actualmente se disputan el dominio de la isla de Triridad la Gran Bretaña y el Brasil; alegando la primera una ocupación anterior y fundándose la segunda en la prescripción. Sábese que ambos contendientes están en disposición de transigir la controversia de una manera armoniosa.

Hasta aquí hemos tratado de los dos modos adquisitivos de dominio; posesión y prescripción. ¿A qué regla deberemos sujetarnos en defecto de ambos títulos? ó bien cuando los contendientes apoyan sus pretensiones en antiguas expediciones ó misiones religiosas sin éxito?

Tal sucede con las hoyas del Madre de

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Dios, del Yavarí é Inambari, disputadas por el Perú y Bolivia.

El señor Dalence, en su "Bosquejo Estadístico," designa por límite septentrional de la provincia de Caupolicán ó Apolobamba, la línea de demarcación con el Brasil y el Itenes hasta el paralelo 7° 30', dando de S. E. á N. E. una extensión de 140 leguas de 25 al grado. El naturalista Raimondi observa que esta dilimitación es arbitraria: que Caupolicán no puede extenderse hacia el N. más allá del Madidi, perteneciendo al Perú la gran hoya del Madre de Dios, río que baña la extensa provincia de Paucartambo.

Cita en su apoyo al Dr. Cosme Bueno, quien enumera los pueblos que componían el distrito de Caupolicán; al sub-delegado José Santa Cruz que en su Memoria de 1787 fija como límite el río Tequeje, y refiriéndose al Barón de Humboldt en sus "Viajes á las Regiones Equinocciales," afirma que el partido de Apolobamba queda al S. del predicho río, no pudiendo en consecuencia prolongarse de ningún modo hasta la línea de demarcación que parte del Madera al Yavarí. Añade que el citado autor (Humboldt) no expresa una opinión suya, sino que se refiere á mapas españoles formados antes de la revolución de 1810.

El doctor Carlos Bravo, miembro de esta Sociedad Geográfica, refuta los conceptos de Raimondi, sosteniendo que la provincia de Caupolicán ó Apolobamba se extiende hasta la

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

línea de demarcación con el Brasil, separándola del Perú el Inambari por el O.

Se apoya en que las distintas misiones religiosas de esa región han sido fundadas y protegidas por los obispados de La Paz y Charcas, y en el *utti posidetis* del año 1810. Hace especial mención de un oficio del P. Avella, prefecto de misiones, dirigido al P. Tadeo, con trascripción de estas líneas: "á lo largo de la provincia de Carabaya se extiende el distrito hasta el Marañón y la frontera con los portugueses."

Si el territorio, dice, que se halla al E. del Cuzco hubiera pertenecido al Perú, al hacerse la demarcación de la Audiencia de la Plata, se le habría designado perteneciendo á la de Lima, ¿y cómo es, pregunta, que en la división de los términos del Cuzco no se hizo mención de estos *territorios no descubiertos*, cuando los reyes en sus leyes de Indias han tenido la prolijidad de señalar los límites de sus audiencias?

Califica de desautorizados los mapas del Perú formados por los españoles antes de 1810, remitiéndose al "Mercurio Peruano" (página II del tomo I.)

A esta última observación que me parece muy fundada, añadiré de mi parte: que el Barón de Humboldt, antes de aventurar una opinión suya respecto á los límites del Perú, cuya geografía era poco conocida en esa época, prefirió referirse simplemente á los mapas españoles, con la reserva de no emitir juicio alguno al respecto.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Es de todo punto incontestable, que los trabajos científicos de este género, practicados en los dos siglos y medio que siguieron al descubrimiento del Perú, adolecen de gravísimos errores que voy á ponerlos de manifiesto.

El cronista Herrera que escribió á principios del siglo XVII, sitúa Lima á los 82º de longitud al O. del meridiano de Toledo, incurriendo en un error de 9º, como lo hace notar el Sr. Raimondi. (El Perú. Tomo 2º p. 183.)

En vista de tan remarcable error y de otras inexactitudes posteriores, el predicho autor manifiesta poca ó ninguna confianza en los cálculos fundados en *observaciones astronómicas*. Para confirmar su aserto, cita, entre otros ejemplos, la longitud del Callao, determinada por Humboldt, por el paso de Mercurio sobre el disco del sol, y la últimamente calculada por Fleuriais, dando ambas operaciones una diferencia de 5', ó sea de 5 millas. Su *exceptisismo* sube de punto, al hacer notar que hasta 1857 ha existido el error de 15'' entre la posición relativa de los principales observatorios de París y Greenwich.

Estas mismas reflexiones debían de haber inducido al citado autor á prestar más confianza á los cálculos astronómicos practicados á principios y mediados de este siglo. En efecto la diferencia de 5 millas entre los cálculos de Humboldt y Fleuriais es insignificante, si se atiende á las 9 mil leguas de circunferencia que tiene el globo que habitamos, y mucho más insignificante aún el error de 15'' que existía entre los me-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

ridianos de París y Greenwich; error que se halla representado por la pequeñísima cifra de 200 metros contados sobre el paralelo de este último observatorio. Sin temor de equivocarme, puedo asegurar que con las correcciones practicadas por medio del telégrafo, hoy el error no llega á 40 metros.

Es innegable que los métodos para determinar las coordenadas geográficas han venido perfeccionándose de día en día. Los errores en el siglo pasado fueron de algunos grados, después de minutos, y hoy son de pocos segundos. Gracias á la posesión en que estamos de instrumentos de suma precisión, de fórmulas más rigurosas, concernientes á la refracción de la luz, y de nuevos elementos que entran en los cálculos.

He de decirlo sin rebozo, el sabio naturalista Raimondi no es consecuente en sus conceptos. Al designar los límites de Caupolicán ó Apolobamba, se apoya en los mapas españoles que adolecen de 7, 8 y aún 9 grados de diferencia de longitud, y se muestra poseido de un marcado *exceptisismo* en vista de exiguas diferencias de minutos y segundos.

Nótanse frecuentemente variaciones sencibles entre la latitud de un lugar, obtenida por triangulaciones geodésicas, y la latitud observada astronómicamente; diferencias provenientes del desvío de la vertical, causado por las atracciones locales que debe tenerlas en cuenta el observador.

Hasta estos últimos años las longitudes

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

orientales de la América del Sud entre las guayanas y el Paraguay, en una extensión de mil millas, han estado afectadas de algunos segundos de error. Recien (1878—1879) se han practicado las debidas correcciones, mediante las determinaciones telegráficas de la Comisión Americana de M. M. Green y Davis.

Volviendo á la cuestión de lindes de Apolobamba, ¿cómo despejar la incógnita sin más datos que ese dédalo de cédulas, viajes, expediciones y cartas geográficas afectadas de errores sustanciales?

No cabe otro medio que discutirla en el campo sereno de la diplomacia y dirimirla por convenciones ó tratados, consultando los recíprocos intereses de ambos Estados, recurriendo á cambios ó mútuas concesiones en casos necesarios.

A este plan obedece el negociado de 1831 entre el Perú y Bolivia, acordando que ambas naciones se mantendrán en sus límites actuales, hasta que una comisión científica levante el mapa del territorio disputado.

Al mismo principio de mútuas concesiones, se ajusta el tratado de 1851 celebrado entre el Perú y el Imperio del Brasil.

No falta quienes sostengan, que en cuestiones de fronteras, aún pendiente el litigio, el hecho de la ocupación tiene mucha fuerza. Tal procedimiento provocaría indudablemente la represalia por parte del otro, llevando el débil lo peor del litigio.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Cierto es que cuando echamos una mirada por los dilatados horizontes del pasado, notamos que la violencia juega un gran rol en la formación de los Estados, que los diferendos internacionales se sentencian sable en mano entre el fragor de la metralla; que disipado el humo del combate, el vencedor dicta el tratado de paz.

No obstante la influencia considerable que ha ejercido la fuerza en la constitución de los Estados modernos, no puede decirse que la historia de la civilización y su desarrollo sea el producto del desencadenamiento de las pasiones y el fruto de solo la violencia. El progreso del mundo actual no es la obra de las desvastaciones de la guerra, sino de la paciente labor de los filósofos y de los eminentes pensadores como Grocio, que con la propaganda de sus sanas doctrinas han conseguido templar el ardor de las pasiones de la barbarie.

El estado normal del pasado era la guerra; hoy es la paz, y en tiempo de paz no es la violencia la que preside las relaciones de los pueblos. Los Estados modernos aman el orden por propia conveniencia.

Hoy todo agravio inferido á un débil provoca una oposición, una resistencia de los demás, á fin de mantener la ley de equilibrio.

El arbitraje vá haciéndose de día en día un medio ordinario para poner término á las contiendas internacionales; así lo hemos visto en la cuestión del Alabama, del Paraguay, de la provincia de Misiones entre el Brasil y la Repúbli-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

ca Argentina. Todo induce á creer que el conflicto anglo-venezolano quedará definido por este medio.

Ningún Estado al presente hace ostentación de menospreciar las leyes en que se fundan las buenas relaciones de los pueblos.

Somos testigos: el injusto detentador de un territorio pretende justificar su adquisición violenta por las formas de aparente legalidad, y si el débil por razones de miedo ó de una conveniencia bien ó mal entendida, abdica su dominio, poniendo en manos de su vencedor el título de propiedad, la conquista se ha encubierto con el ropaje del derecho.

La verdadera civilización principiará cuando haya cesado el imperio de la fueza bruta: cuando todos los diferendos internacionales se diriman por las reglas de una inflexible justicia, cuando la guerra no figure más que como un vergonzoso recuerdo del pasado. Por qué desconfiar de esta gran evolución del espíritu humano, en vista de los prodigios y milagros realizados por la ciencia en estos últimos tiempos?

Corta es la historia de la humanidad en el pasado, vasto é inmenso el camino que tiene que recorrer en su porvenir.—M. Poincaré ante una asamblea de eminentes sabios, convocada por Oscar II, Rey de Suecia, ha demostrado el siguiente teorema: "El mecanismo del mundo es eterno". Su demostración se funda en el rigor de la lógica de la geometría, que no se engaña, y en el lenguaje divino del álgebra que no miente.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Habitantes de un astro que chispea, suspendido en el firmamento, vivimos en el cielo; tenemos nuestra cuna, nuestro hogar y nuestra tumba en el cielo, y por consiguiente un justo título para aspirar á nuestra perfección.

La Paz, á 15 de mayo de 1896.

A. Aspiazu.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Séptima Conferencia

Levantamiento de mapas y planos topográficos por la fotografía (1)

I

Cámara oscura. Aparato fotográfico

La cámara oscura, tal como la inventó Porta en 1560, fué de una construcción demasiado sencilla. Consiste ella en una caja bien cerrada, provista de una abertura circular de algunos milímetros de diámetro por donde penetran los rayos de luz, pintándose los objetos en el fondo con las imágenes invertidas.

Posteriormente el inventor colocó en la abertura una lente convergente, con la que las imágenes tomaron mayor claridad y precisión en sus contornos y coloridos.

(1) Por conservar la estricta fidelidad del original, publicamos esta conferencia y los gravados tales como los hemos obtenido.—[Nota de la Comisión].

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Progresivamente este aparato ha recibido distintas modificaciones, hasta que en nuestros días se ha convertido en una máquina maravillosa, para darnos la fiel representación, no solo de cuanto se halla al alcance de nuestra vista, sino también de objetos que por su pequeñez se sustraen á la percepción de los sentidos, y lo que es más, en brevísimos instantes que no llegan á un milésimo de segundo.

Aplicar la fotografía al levantamiento de mapas y planos topográficos, es el objeto del presente trabajo.

II

Conos luminosos. Sus relaciones geométricas

PRINCIPIAREMOS por demostrar que las distancias de las imágenes en la cámara oscura están en relaciones geométricas con las distancias de los objetos reducidos á un plano horizontal, para lo que consideramos la cámara en el estado primitivo de su invención, esto es, desprovista de lentes. En seguida indicaremos las correcciones que deben practicarse por la convergencia que sufren los rayos luminosos al atravesar el objeto ó menisco colocado en la abertura de los aparatos fotográficos.

Sea M M M (figura 1ª) una cámara oscura suspendida en la barquilla de un globo cautivo, á la altura de 1,000 metros, con la abertura vuelta al suelo y sus caras superior é inferior paralelas al plano horizontal H H.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Si el día está claro y sereno, tendremos dos conos rectos luminosos, A P B. *a* P *b* con las bases opuestas y sus cúspides en el punto común P: el uno exterior, formado por los rayos que partiendo del suelo, van á reunirse en P, y el otro formado en el interior del aparato por la continuación de la marcha de los mismos rayos.

Colocada la caja con el paralelismo antedicho, los centros de las bases de ambos conos corresponderán á las extremidades de la vertical C *c*.

Considerando los conos cortados por un plano que pase en sentido de sus ejes, tendremos en cada sección dos triángulos rectángulos é iguales entre sí; triángulos que á la vez serán semejantes á los de la otra sección, y por consiguiente con sus lados homólogos proporcionales.

Sea *c* P, eje del cono interior de 200 milímetros, y mejor aún de 100 milímetros, para simplificar los cálculos; que *c b*, radio de su base, tenga 120 milímetros. Siendo C P, eje del cono exterior, de 1.000 metros, es claro que C B, radio de su base, será de 1,200 metros.

III

Cartas fotográficas. Determinación de las distancias en el terreno. Comprobación de la bondad de un plano fotográfico

Si con la condición antedicha (paralelismo de las bases de los conos) se saca un cli-

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

ché ó una vista fotográfica del terreno, y con el radio C B, (figura 2) de 120 milímetros, se traza un círculo B B B, dividiéndose C B, en porciones iguales de á 10 milímetros y haciéndose pasar un círculo por cada división, es evidente que todos los puntos de la primera circunferencia distarán del centro 10 milímetros; los de la segunda 20; los de la tercera 30, y así de seguida. Las distancias de todos los puntos de las circunferencias intermedias serán iguales á sus radios.

Así mismo, los objetos situados en el terreno se hallarán á distancias proporcionales. A 100 metros los que estén en la primera circunferencia, á 200 los de la segunda, y así sucesivamente; siendo las distancias de los puntos de las circunferencias intermedias, iguales á sus respectivos radios.

Por lo que llevamos dicho se ve que diez m m. en el mapa corresponden á 100 metros en el terreno; 1 m m, á 10 metros; un décimo de m m. á un metro; 97, 7 m m. á 977 metros.

Siendo la cara M, (figura 1ª) paralela al horizonte, la luz proyectará en el fondo del aparato un espacio luminoso circular. Faltando la condición del paralelismo, el círculo luminoso estará afectado de una forma más ó menos elíptica. Por consiguiente, para saber si el aparato se ha mantenido en una posición horizontal al tiempo de fotografiarse el terreno, bastará tomar con un compás el centro del mapa, describiendo un círculo por su borde. Si coinciden ambos cír-

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

culos, será prueba de haber estado el aparato en una posisión conveniente.

IV

Coordenadas de los mapas fotográficos. Radio. Azimut

VESE por lo expuesto que con una buena carta fotográfica se pueden determinar con precisión las dimensiones totales ó parciales del terreno.

De igual modo, trazada la línea meridiana en el plano, se puede con un semicírculo determinar el azimut de cualquier punto, y consiguientemente el de un objeto, procediendo del modo siguiente:

Supóngase que el azimut del punto *p* en el cliché sea de 22° al N. O. y su distancia al centro de 89, 3 m m. Se desea encontrar en el terreno el objeto correspondiente á dicho punto.

Colocado el ingeniero ó agrimensor en el centro del terreno, dirigirá la alidada inmóvil del teodolito hácia el N. y en la alidada móvil tomará un ángulo de 22° al N. O. En dirección de esta visual y á los 893 metros de distancia estará el punto que busca, v. g. un hito ó pozo de agua.

Así como las posiciones de los astros se determinan en el cielo por sus ascenciones rectas y declinaciones, y los lugares geográficos por los círculos de longitud y latitud; así también la

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

situación de los objetos en el terreno, se determinará por el azimut y el radio, coordenadas que como lo hemos visto son muy fáciles de encontrarse.

Por el mismo método podría determinarse la situación de las casas con relación al centro de la plaza principal de una ciudad, v. g. la plaza de la Concordia en París. Un error de ½ minuto en el ángulo azimutal solo daría poco más de 1 metro de error á la distancia de 10 kilómetros.

V

Ventajas é inconvenientes de la cámara oscura desprovista de objetivos. Reducción del círculo luminoso por las lentes convergentes. Corrección de ambos inconvenientes

En muy breves palabras vamos á hacer notar las ventajas é inconvenientes del uso de los objetivos.

La cámara oscura sin lentes tiene la ventaja de producir un espacio luminoso proporcional al terreno fotográfico, empero sus imágenes son confusas y mal limitadas. Sucede lo contrario con los objetivos: con el empleo de lentes convergentes se consiguen imágenes limpias, claras, bien determinadas en sus contornos; empero, además de la aberración de esfericidad, tienen el inconveniente de producir un circuito luminoso de más reducidas dimensiones, que no guarda proporción con la extensión del terreno.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Para obviarse ambas dificultades, debería sacarse á la vez dos vistas: la una con lentes y la otra sin ellos. La aclaración ó iluminación de la segunda carta, podría hacerse con vista de la primera, lo que sería obra del arte.

Por este sistema de mapas las costas estarían mejor delimitadas y fielmente representados los lindes de los mares en sus oscilaciones de flujo y reflujo. Con el trascurso de los años, bien conocidos estarían los avances y retiros del océano y las trasformaciones que sufren las islas y continentes. Actualmente astrónomos y fotógrafos se ocupan de obtener la fiel representación del firmamento, para hacer conocer á las generaciones venideras las posiciones que tuvieron los astros á fines del siglo XIX.

VI

Observaciones é indicaciones

Al pasar la luz de las capas inferiores de la atmósfera á otras superiores, se refracta, separándose de la normal A Z (figura 1ª) Merced á los progresos de la óptica, hoy estamos en posesión de fórmulas y tablas para apreciar con todo el rigor del cálculo los desvíos de la luz, provenientes de la refracción atmosférica.

La situación de los objetos que se levantan á alguna altura del plano horizontal, como árboles y edificios, debe referirse á sus bases.

Las posiciones de las eminencias del suelo.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

como colinas y montañas, corresponden al extremo inferior de sus alturas *a d* e' (figura 1ª) y no al punto en que van á proyectarse sus cimas ó cumbres.

Por el contrario, los lugares de una cuenca ú hondonada corresponden al extremo superior *c* e' de la vertical bajada desde el plano horizontal.

La caja del aparato fotográfico debe ser por el sistema de correderas. de forma cúbica. El punto de intersección de las dos diagonales de la cara inferior, debe corresponder al centro de la abertura por donde pasan los rayos luminosos.

Para que el aparato se mantenga en una posición horizontal, debe estar dentro de un anillo sostenido por dos ejes, á semejanza de un cronómetro marino.

VII

Problemas

I. HALLAR *el centro de la carta fotográfica.* Este punto se determina por la intersección de dos perpendiculares que dividen por mitad dos cuerdas del círculo.

II. Hallar el centro del terreno correspondiente al centro del plano. El centro del terreno corresponde al objeto cuya imagen se halla en el centro de la carta.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

No habiendo imagen en este punto, se determinará por el siguiente procedimiento:

Momentos antes de sacarse la vista, se soltará de la barquilla un cuerpo que á su caida haga explosión, arrojando una corriente de humo. El centro del terreno será el punto en que se haya efectuado la explosión.

III. Hallar la distancia que media entre dos puntos dados en el terreno. Búsquense los puntos correspondientes en el mapa, y el número de milímetros multiplicado por 10 expresará el número de metros en el terreno.

IV. Hallar la altura en que se encuentra el aparato fotográfico. El problema se resuelve por las alturas barométricas y grados de temperatura en las estaciones superior é inferior.

También podría aproximadamente resolverse por las fórmulas concernientes á la caida de los cuerpos en el vacío.

$$e = \frac{1}{2} g t^2$$

Despejado el tiempo t, se tiene.

$$t = \sqrt{\frac{2e}{g}}$$

En este segundo caso, siendo é=1,000 metros tendremos t=14 s. 28.

Viceversa, teniendo t=14 s. 28, resulta e=1,000 metros

Para obtener el retardo producido por la atmósfera, pueden modificarse las anteriores fórmulas, teniendo en cuenta el peso del cuerpo, la densidad y superficie del aire resistente.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

El problema se resuelve más facilmente por este otro método. Conocido en milímetros el eje del cono interior, la altura del aparato se saca por una simple regla de proporción (1).

V. Hallar el circuito del terreno. La circunferencia se encuentra por esta fórmula.

$$\text{Circunferencia} = 2\ P\ R.$$

Designándose por P la relación entre el diámetro y la circunferencia.

VI. Hallar la área circular del terreno. La superficie circular se expresa por la siguiente fórmula:

$$\text{Círculo} = P\ R^2$$

VII. Hallar la recta equivalente á un arco de n *grados.* Súmese el logaritmo de $\frac{P}{360}$ con el logaritmo de *n* grados, y se tendrá la recta equivalente en función del diámetro.

[1] El eje del cono interior es igual á la distancia entre los centros de la abertura y de la carta fotográfica.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

PROBLEMAS DE ASTRONOMIA Y GEOGRAFIA

Inédito

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Advertencia

Las ciencias exactas van realizando notables trasformaciones en el mundo, mediante sus aplicaciones á los diversos ramos del saber humano. Por consiguiente, su estudio interesa aún á los hombres medianamente ilustrados.

Resolver los principales problemas de Astronomía y Geografía por medio de normas ó tipos sencillos, popularizar y poner estos conocimientos al alcance de las personas poco familiarizadas con los cálculos, ha sido el propósito que he tenido al emprender este trabajo.

Consultando ante todo la claridad, no he vacilado en incurrir en frecuentes repeticiones de palabras y conceptos: pues en obras de este género lo primero que debe tenerse en vista es que el lector comprenda fácilmente lo que lee ó consulta.

Un cronómetro, un sextante, un anteojo meridiano y otro acromático para la observación de los satélites de Júpiter, es todo el contingente de instrumentos que se necesitan para la resolución de los problemas que son el objeto de este tratado.

La Paz, Marzo de 1891.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Cálculos Preparatorios

SECCION I

Logaritmos

§ I Hallar los números y logaritmos que no están en las tablas

Los tipos de los cálculos que ponemos á continuación son para encontrar los números, logaritmos y valores de las líneas trigonométricas no consignadas en las tablas.

Hallar el logaritmo del número . . 3456789

En las tablas log.

del número	34567=	5366617
Por.	89 (á)	+ 112
Log. buscado		65386729

Se ha puesto 6 de cáracterística, porque el número dado consta de 7 cifras.

(á) Diferencia tabular. } Por 8 decim. 101
" 9 cent. 11

112. Se añade al logaritmo encontrado.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Vice-versa. Hallar el número del logaritmo.......... 65386729
En la tablas log.
proxim. menor.. 5386617=n. 34567

Diferencia...... 112 [á]
Num. buscado.. 3456789

Ambos cálculos se comprueban recíprocamente.

Hallar el logaritmo
del número............. 946,43
En las tablas log. del num. 946,43 (b)= 9760885
Num. dado........ 946,43= *l* 2.9760885

Se le ha puesto 2 de carácterística, por que el número entero consta de tres cifras.

Hallar el número del logaritmo 247649.

Buscando en las tablas menores veo que el logaritmo dado corresponde al número 299 y un poco más. Para apreciar este exceso en fracción decimal, busco el logaritmo con la característica 3 y procedo de este modo:

Log..... 347649=n. 2996 [c].
Num. buscado. 299,6

(á) $\frac{112 \text{ dif. tab.}}{126}$ =89. Se pone á la derecha del número próximo menor encontrado en la tabla.

(b) Haciendo abstracción de la coma decimal.

[c] Es el número que más se aproxima. Separando con una coma la última cifra, se tiene el número buscado.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Hallar el número
del logaritmo... 500132812
Log. proxim. me-
nor de la tab.... 5.00132691=n. 100306

Diferencia 121 (á)
Num. buscado 100306,279 (b).

§ II Logaritmos de fracciones decimales

Cuando los logaritmos se refieren á fracciones decimales, las características 9,8,7, etc. representan décimos, centécimos, milésimos, etc. Así la fracción 0.0541 tiene 8 de cáracterística, porque la primera cifra significativa, 5, son centécimos.

Hallar el logaritmo
de la fracción..... 0.00429
Log. de.......... 429= 63246 (c).
Num. dado....... 0.00429= 7.63246

Se ha puesto 7 de característica, porque 4 (primera cifra de la fracción), son milésimos.

[á] Añadiéndole tres ceros y dividiendo por la dif. tab. 433, se tiene: $\frac{121000}{433}=279$ que se añade al número de la tabla.

(b) Se han separado seis cifras para los enteros, por que el logaritmo dado tiene 5 de característica.

(c) Sin la característica, poniendo tan solo la mantisa.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Hallar la fracción decimal del logaritmo...........	7.63246		
Mantisa [á]......	63246=n.		429
Log. dado......	7.63246=n.		0.00429

Ambas operaciones se comprueban como en los casos anteriores.

Hallar el logaritmo de $\frac{3}{4}$

Convirtiendo el quebrado en fracción decimal, tengo 0.75, cuyo logaritmo se halla, procediendo según lo expuesto anteriormente.

Hallar el logaritmo de 25 $\frac{3}{4}$.

Reduciendo el quebrado á fracción decimal, tengo 25, 75 cuyo logaritmo se halla como ya se ha dicho.

También el logaritmo de un quebrado se determina de este modo.

Hallar el logaritmo de $\frac{12}{25}$

Log. de 12 (b)........	11.07918
Log. de 25............	1.39794
Log. buscado..........	9.68124

(á) La mantisa puede buscarse en las tablas con cualquiera característica, por ejemplo con 2 ó con 3.

(b) Añadiendo una decena á la característica, para efetcuar la sustracción.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ III Operaciones aritméticas por logaritmos

Convertir en fracción decimal de hora, 41 minutos 19 segundos.

Log. 41 m. 19 s. = 3.39428
Log. 3600 s. (á) = 3.55630

9.83798 = 0 h. 6886.

Convertir 41 m. 19 s. 3, en fracción decimal de hora.

Log. 41 m. 19 s. = 3.39428
Por los 3 décimos (b) = + 5

Log. 41 m. 19 s. 3 = 3.39433
Log. 3600 s....... = 3.55630

9.83803 = 0 h. 6887.

Convertir 0 h. 6886 en minutos y segundos.

Log. 0.6886 = 9.83798
Log. 1 h. [3600 s] = 3.55630

3.39428 = 2479 s. = 41 m. 19 s.

[á] Es el número de segundos que tiene la hora.

[b] Multiplicando la diferencia tabular 17 por 3 décimos, resulta 5, que se añade al logaritmo encontrado.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Convertir 0 m. 57 s. 36, á fracción decimal de minuto.

Log. de 57.36=1.75861 (á)
Log. 60 [b]..=1.77815

9.98046=0 m.956.

Vice-versa. Convertir 0 m. 956 en segundos y fracciones.

0,956
× 60 s.

57 s. 360

Multiplicar 9 s. 361 por 5 h. 5 m. 21 s. =5 h. 089.
Log. de 9,361=.097132
Log. de 5,089=0.70663

1.67795=47 s. 64.

Multiplicar 24'' 76 por 4 h. 41 m. 19 s. =4 h. 688.
Log. de 24,76=1.39375
Log. de 4,688=0.67099

2.06474=116″1=1'56″1

Dado el radio ecuatorial 6.378253 metros, hallar el valor de 1″ ecuatorial.

(á) Se ha puesto 1 de característica, porque el número dado consta de decenas.

[b] Es el número de segundos que tiene el minuto.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Diámetro............	12756506 metros.
Log. del diam.......:	7.1057318
Log. de P (pi) (á)....	0.4971499
Circunferencia........	7.6028817 (b)
Log. de 360°.........	6.1126050
Valor de 1" ecuatorial	1.4902767=30 mtr. 92265

§ IV Valores de las líneas trigonométricas

El radio es la medida que se toma por unidad de las líneas trigonométricas. De aquí se deduce que toda línea trigonométrica igual al radio, tiene por logaritmo 0.00000: tal sucede con el seno de 90° y la tanjente de 45° que son iguales al radio.

Conseccuencias. Las líneas trigonométricas mayores que el radio tienen sus logaritmos mayores que la unidad: tal sucede con la tanjente que pasa de 45° ó una secante cualquiera.

Por el contrario las líneas trigonométricas menores que el radio, tienen sus logaritmos

(á) Relación entre el diámetro y la circunferencia.

(b) Es el logaritmo del número de metros que tiene la circunferencia.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

menores que la unidad, esto es, representan una fracción del radio. Así los senos menores de 90° tienen 9,8,7, etc. de característica, que representan fracciones decimales.

Los tipos que ponemos á continuación son para calcular los logaritmos de los senos y tanjentes no consignados en las tablas.

Ejemplo. Hallar el logaritmo del seno de............... 59° 41'35″
Deduciendo 5″ busco en la tabla sen. 59° 41'30″=9.9361729
10″: 123 dif. t.::5″ : x= 61

Log. buscado................ 9.9361790

Vice-versa. Hallar el seno correspondiente al logaritmo de.............. 9.9361790
Log. proxim. menor en en las tablas 9.9361729=59° 41'30″

diferencia 61
123 dif. t. : 10″:: 61 : x= 5″

Seno buscado......... 59° 41'35″

Ambos cálculos se comprueban recíprocamente.

Hallar el logaritmo de la tanjente de................. 39° 23'57″
Deduciendo 7″ busco en las tab. tanj. de 39° 23'50″=9.9145167
10″ : 429 dif. tab.::7″:x=...... + 300

Log, buscado................ 9.9145467

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Vice-versa. Hallar la tanjente del logaritmo.............. 9.9145467
Log. proxim. menor
en las tab.......... 9.9145167=39° 23'50"

Diferencia 300

429 dif. tab. : 10"::300:x=............. 7"

Tanjente buscada............... 39° 23'57"

Por procedimientos análogos se encuentran los valores de los cosenos y cotanjentes, como en los casos que siguen:

Hallar el logaritmo del coseno
de.................. 50° 35'23"
Deduciendo 3" busco en las tab. cos. . 50° 35'20"=9.8026919
10": 256 dif. tab.::3": x=...... — 77 (á)

9.8026842. Es el logaritmo del coseno buscado.

Hallar el logaritmo de la cotanjente
de.................. 15° 42'59"
Deduciendo 9" busco en las tab. cot... 15° 42'50"=0.5507548
10": 808 dif. tab.::9": x =.... — 727 (á)

0.5506821. Es el logaritmo de la cotanjente buscada.

(á) Se deduce esta cantidad, porque á proporción que crecen los arcos disminuyen los cosenos, juntamente con sus logaritmos.

[á] Se deduce esta diferencia, porque á proporción que crecen los arcos, decrecen las cotanjentes juntamente con sus logaritmos.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Con el auxilio de los logaritmos de los senos y cosenos, tanjentes y cotanjentes, se calculan fácilmente los logarítmos de la secante y cosecante del senoverso y cosenoverso.

He aquí como.

La *secante* es igual al complemento aritmético del coseno, más 10 de característica.

Ejemplo. Hallar el logaritmo de la secante de 24° 8′........

Log. constante...... 10.00000
Cos. 24° 8′..........—9.96028

Compl. arit. del cos. 0.03972
Más 10 de caract.... 10.03972. Es el logaritmo de la secante buscada.

La *cosecante* es igual al complemento aritmético del seno, más 10 de característica.

Ejemplo. Hallar el logaritmo de la cosecante de 24° 8′.......

Log. constante...... 10.00000
Seno 24° 8′..........—9.61158

Compl. arit. del seno 0.38842
Más 10 de caráct.... 10.38842. Es el logarítmo de la cosecante buscada.

El *senoverso* es igual al doble del logaritmo del seno de la mitad del arco dado, sumado con 0.30103. Menos 10 de característica.

Ejemplo. Hallar el logaritmo del senoverso de 24° 8′. Su mitad es 12° 4′
Seno de 12° 4′........... 9.32025

Log. doble............... 18.64050
Más log. constante.....+ 0.30103

Suma—10 de de caráct... 8.94153. Es el logaritmo del senoverso buscado.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

El *cosenoverso* es igual al doble del logaritmo del seno de la mitad del complemento del arco dado, sumado con 30103. Menos 10 de característica.

Ejemplo. Hallar el logaritmo del cosenoverso de 24° 8′. Su complemento es 65° 52′; su mitad 32° 56′................

Seno de 32° 56′...............	9.73533
Log. doble	19.47066
Más log. constante........	+ 0.30103
Suma, menos 10 de caract......	9.77169.

Es el logaritmo del cosenoverso buscado.

SECCION II

Grados y tiempos

§ I Conversión de grados á tiempo y de tiempo á grados

Todo círculo tiene 360°.

La esfera celeste hace su revolución *aparente* al rededor de la tierra con un movimiento *uniforme*, en el espacio de 24 horas (siderales).

Dividiendo pues 360° por 24 h. se tiene por resultado 15°, lo que quiere decir, que todas las estrellas en su movimiento diurno recorren con un movimiento *uniforme*, un arco de 15° en una hora. Si dividimos los 60 m. que tiene la

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

hora por 15°, tendremos por cociente 4 minutos de tiempo, quiere decir, que las estrellas emplean 4 minutos en recorrer 1°.

Se ve pues, que 90° de arco corresponden á 6 horas; 15° á 1 hora; 1° á 4 m. de tiempo y así sucesivamente.

En los cálculos astronómicos frecuentemente acontece convertir los grados en tiempo y al contrario.

Para lo primero se multiplican los grados y sus fracciones por el número fijo 4, y el producto indica el tiempo que se busca.—Ejemplos:

Convertir á tiempo....	13° 14′ 12″
Se multiplica por.....	4
	52 m. 56 s. 48 terc.

Convertir á tiempo 38° 32′ 27″.

Los 38° se descomponen en dos cifras, de modo que la primera sea múltiple de 15.

De esta suerte........	30° + 8° 32′ 27″
Se multiplica por......	4
Añadiendo 2 h. por los 30°	2 h, 34 m. 9 s. 48 terc.

Para convertir el tiempo en grados, se reduce las horas á minutos, y se toma la cuarta parte de este modo:

Convertir en grados 7 h. 29 m. 18 s.

Reducidas las horas á m. y sumados con los 29 m. se tiene........ 449 m. 18 s. 00 terc.

Se toma la cuarta parte... 112° 19′ 30″.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ II Conversión de un intervalo sideral cualquiera en tiempo medio, y al contrario

Las estrellas fijas hacen su revolución diurna (aparentemente) en 24 horas siderales, ó sea en........ 23 h. 56 m. 4 s. 09 tpo. m.

La duración del día solar medio es de............ 24 h. tpo. m.

Diferencia 3 m. 55. 91 s. tpo. m.

De aquí se infiere que el día solar medio excede al día sideral en 3 m. 55 s. 91 tpo. m., y que una hora sideral es proporcionalmente de menor duración que una hora solar media. Lo mismo decimos de los minutos y sus fracciones.

Convertir 6 h, 16 m. 20 s. siderales en tpo. m.

Con vista de las tablas de las Efemérides astronómicas la conversión se hace del modo siguiente:

6 h. sid.	equivalen á..	5 h. 59 m. 1 s. 02	tpo	m.
16 m. sid.	id. á	15 57 38	"	"
20 s. sid.	id. á	19 s. 95	"	"

Resultado............ 6 h. 15 m. 18 s. 35 tpo. m.

También el cálculo puede hacerse de este otro modo:

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Por 6 h. sid. se quitan....	58 s. 98 tpo. m.	
Por 15 m. sid. se quitan...	2 s. 62 " "	
Por 20 s. sid. se quitan...	0 m. 05 " "	
	1 m. 1 s. 65 " "	
Restando de....6 h. 16 m. 20 s.	00 " "	
Resultado......6 h. 15 m. 18 s.	35 tpo. m.	

Ambas operaciones dan un mismo resultado.

Vice-versa. Convertir 6 h. 15 m. 18 s. 35 de tiempo medio, en tiempo sideral.

6 h. tpo. m.	equivalen	á	6 h. 0 m. 59 s. 14 sid.
12 m. id.	"	á	15 m. 2 s. 46 "
18 s. id.	"	á	18 s. 05 "
0 s. 35 id.	"	á	35 "
Resultado........			6 h. 16 m. 20 s. 00 sid.

Las dos operaciones anteriores sirven de comprobación á esta.

Nos reservamos para más después tratar del *tiempo sideral* y de sus inestimables ventajas. Cap III § I.

§ III. Conversión del tiempo civil en tiempo astronómico y al contrario

El día solar puede ser civil ó astronómico: ambos constan de 24 horas.

El día civil comienza á media noche, 12 h. antes que el día astronómico, y acaba á la media noche siguiente. Se descompone en dos

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

partes iguales de á 12 horas cada una: las 12 primeras se llaman horas de la mañana ó *ante meridiem* (a. m.), y las 12 siguientes se subdividen en horas de la tarde y de la noche, ó más propiamente, horas *post meridiem* (p. m.) después del medio día.

El día *astronómico* comienza á medio día, y termina al medio día siguiente. En el día astronómico, las 24 horas se cuentan de seguida sin distinción de horas de la mañana, ni de la tarde.

Para reducir el tiempo civil á tiempo astronómico, es menester, si la hora dada es de la tarde ó de la noche, suprimir solamente la palabra *tarde* ó *noche*, y se tiene el tiempo astronómico correspondiente; pero si la hora dada es de la mañana, es menester añadir 12 horas á la hora dada, y deducir 1 de la fecha para tener el tiempo astronómico correspondiente.

Ejemplo I. Dado el día civil 27 de mayo, 4 h. 18 m. de la tarde; reducirlo á tiempo astronómico.

Suprimiendo la palabra *tarde* se tendrá:

Tiempo astronómico: 27 de mayo, 4 h. 18 m.

Ejemplo II. Dado el día civil 18 de abril, 9 h. 34 m. de la mañana, reducido á tiempo astronómico.

Deduciendo 1 día de la fecha del mes, y añadiendo 12 horas se tendrá:

Tiempo astronómica: 17 de abril, 21 h. 34 m.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Para reducir el tiempo astronómico á tiempo civil, basta, si hay menos de 12 horas, añadir la palabra *tarde* ó *noche* para tener el tiempo civil correspondiente; pero si hay más de 12 horas, es menester sustraer 12 horas de la hora dada, añadir 1 á la fecha, y se tiene el tiempo civil de la mañana.

Ejemplo I. Dado el día astronómico 15 de octubre 10 h. 43 m. reducirlo á día civil.

Añadiendo la palabra *noche* se tendrá:

Tiempo civil: 15 de octubre, 10 h. 43 m. de la noche.

Ejemplo II. Dado el día astronómico 30 de setiembre 20 h. 9 m., reducirlo á tiempo civil.

Añadiendo 1 día y quitando 12 horas se tendrá:

Tiempo civil: 1° de octubre, 8 h. 9 m. de la mañana.

§ IV Dada la hora de un lugar, hallar la de otro cuya longitud se conoce

Entre dos lugares situados el uno al E. y el otro al O., el primero cuenta más horas que el segundo en un mismo instante De este modo en Berlin es más tarde que en París, y en Madrid más temprano que en París en un día y en un momento dados.

Conocida la hora de un lugar, se determina la hora de otra, sumando ó restando la lon-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

gitud que media entre ambos lugares: se suma, si el lugar cuya hora se trata de conocer, se halla al E.; se resta, si se halla al O.

Ejemplo. Siendo 10 horas 46 m. 16 s. en Rio Janeiro ¿qué hora será en Greenwich?

Hora en Rio Janeiro....	10 h.	46 m.	16	
Long. intermedia (á)...	+2 h.	52	41 s.	
Hora en Greenwich.....	13 h.	38 m.	57 s.	

Vice versa. Siendo 13 h. 38 m. 57 s. en Greenwich ¿qué hora será en Rio Janeiro

Hora en Greenwich.......	13 h.	38 m.	57 s.
Long. intermedia [b]......	2 h.	52	41
Hora en Río Janeiro......	10 h.	46.m.	16 s.

(á) Se suma la longitud, porque Greenwich, cuya hora se trata de saber, se halla al E. del Río Janeiro y cuenta por consiguiente más horas.

(b) Se resta, porque Río Janeiro, cuya hora se quiere aber, se halla al O. y cuenta menos horas.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Principales problemas

CAPITULO I

Tiempo verdadero. Tiempo medio. Ecuación del tiempo

Día solar es el tiempo que emplea el sol en volver al mismo meridiano de que partió. Consta de 24 horas.

Se llama *tiempo verdadero* el que es deducido de las posiciones del sol con relación al meridiano.

Explicación. Supongamos que el sol partiendo del meridiano ha avanzado 30° hacia el occidente, el tiempo verdadero será 2 h. p. m., computándose 15° por hora. En consecuencia, el tiempo deducido de las observaciones inmediatas del sol es el verdadero.

Los cuadrantes solares indican el tiempo verdadero.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Empero, el sol no emplea el mismo espacio de tiempo para volver al mismo meridiano, que le sirvió de punto de partida: de donde se sigue que los días solares son desiguales entre sí.

Demostración. Si el 24 de diciembre, por ejemplo, el cronómetro indica las 12 en punto, en el momento en que el centro del sol pasa por el meridiano, al día siguiente el cronómetro señalará 12 h.+30 s. en el momento en que el astro efectúa su paso por el mismo meridiano.

De igual modo, si el 15 de abril el sol pasa por el meridiano en el momento en que el cronómetro indica las 12, al día siguiente el sol pasará por el meridiano 15 segundos antes de que el cronómetro indique las doce. Dos días después la diferencia será de 29 segundos.

Cualquiera podría creer, desde luego, que estas variaciones provienen de nuestras máquinas, y no del gran astro radioso, que es el regulador de los movimientos de todos los cuerpos del sistema planetario.

Numerosas é inequívocas pruebas demuestran que el sol se mueve en la eclíptica con un movimiento desigual, ó que no es uniforme.

Como una consecuencia de lo dicho se sigue que no solo los días, sino que también las horas solares son desiguales entre sí.

Demostración. Supongamos que el sol se halla á los 30° al oriente, marchando hacia el meridiano. Dividamos estos 30° en dos espacios *iguales* de á 15° grados. ¿Qué sucede? Que el sol emplea tiempos diferentes en recorrer cada una

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

de las dos predichas divisiones. Esto prueba que las horas del tiempo verdadero son desiguales entre sí; no pudiendo, por consiguiente, servir de unidad en los cálculos astronómicos que, por su naturaleza, requieren suma precisión.

Sol medio. El inconveniente de la desigualdad de los días y de las horas solares ha sugerido á los astrónomos la idea de recurrir á un astro *imaginario*, á un sol *ficticio* que se mueva en el plano del Ecuador, con la velocidad media del sol verdadero y con un movimiento perfectamente uniforme: de manera que recorra en el cielo arcos iguales en tiempos iguales,

Este sol imaginario que *no existe*, se llama *Sol medio.*

El tiempo que indica el sol medio, se llama *tiempo medio*.

Un buen cronómetro bien arreglado, da las horas del tiempo medio.

Para arreglar un cronómetro al tiempo medio, debe tomarse primero la hora del sol verdadero, y en seguida corregir el adelanto ó atraso del sol verdadero, comparado con su movimiento medio.—En suma, el tiempo medio es el mismo tiempo verdadero, después de haberse hecho una ligera corrección.

Se llama *ecuación del tiempo*, la diferencia que hay entre el tiempo verdadero y el tiempo medio. En otros términos, la cantidad que hay que agregar ó quitar al tiempo verdadero, para tener el tiempo medio. O bien, la cantidad que

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

hay que agregar ó quitar al tiempo medio, para tener el tiempo verdadero.

Las Efemérides astronómicas traen la cantidad del tiempo que debe añadirse ó quitarse en cada uno de los días del año á medio día verdadero y medio. Por el cálculo se determina, la *ecuación* para las demás horas del día.

La mayor diferencia entre el tiempo verdadero y el tiempo medio es de 16 m. 20 s. Esto acontece á principios de noviembre.

El tiempo verdadero coincide con el tiempo medio cuatro veces al año, siendo entonces nula la ecuación del tiempo. Esta coincidencia tiene lugar á mediados de abril y junio, y fines de agosto y diciembre.

Para hallar la ecuación del tiempo, y por consiguiente, los tiempos verdadero y medio en un día y hora dados, se procede con arreglo á los siguientes tipos.

¿Cuál será la ecuación del tiempo el 21 de febrero de 1878 á 6 h. 24 m. 37 s. de la tarde, tiempo verdadero en Sucre? ¿Cuál será la hora del tiempo medio?

Hora astr. en Sucre, tpo. verd.	6 h.	24 m.	37 s.
Long. de Sucre en tpo. O. París [á].	+ 4	30	23
Hora astr. en París, tpo. verd.	10 h.	55 m.	00 s.

[á] Se suma la longitud, porque París cuya hora se trata de saber se halla al E. cuenta más horas.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Ecuación del tpo. á medio día
verd. en París........ + 13 m. 50 s. 18
Varía de ecuación en 10 h.
55 m. 0 s. (b).................. — 3 38

Ecuación demandada.... + 13 m. 46 s. 80
Hora astr. dada, tpo. verd. 6 h. 24 m. 37 s.

Hora demandada, tpo. m. 6 h. 38 m. 23 s. 80

¿Cuál será la ecuación del tiempo el 11 de mayo de 1878 á 9 h. 49 m. 13 s. de la mañana, tiempo verdadero en La Paz? ¿Cuál será la hora del tiempo medio?

Hor astr. en La Paz el 10,
tiempo verdadero...... 21 h. 49 m. 13 s.
Long. de La Paz en tiempo O. París...........+4 41 . 19

Hor. astr. en París el 10,
tiempo verdadero...... 26 h. 30 m. 32 s.
—24 h.

Hor. astr. en París, día 11
tiempo verdadero...... 2 h. 30 m. 32 s.

[b] Esta variación se calcula del modo siguiente:

Las Efemérides de París (1878) dan 0 s. 31 por diferencia de ecuación horaria para el 21 de febrero. Dicha diferencia se multiplica por 10 h. 55 m. 0 s., ó lo que es lo mismo, por 10 h. 92. El producto 3 s. 38 es la variación buscada. Este producto se sustrae, por que la ecuación de tiempo vá en disminución.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Ecuación del tpo. á medio día verdadero en París el 11..................	3 m. 48 s. 0
Variación de ecuación en 2 h. 30 m. 32 s. (á)..................	0 2
Ecuación demandada..........	—3 m. 48 s. 2
Hor. astr. dada, tpo. verd.	21 h. 49 m. 13 s.
Hor. astr. demandada tpo. medio..................	21 h. 45 m. 24 s. 8

Cuál será el tiempo verdadero de una observación hecha el 6 de marzo de 1878 á 3 h. 20 m. 39 s., tiempo medio en Nueva York.

Hora astr. en Nueva York, tiempo medio..........	3 h. 20 m. 39 s,
Long. de Nueva York, O. de París...............	5 5 21
Hora astr. en París, tiempo medio.............	8. h. 26 m. 00 s.
Ecuación del tiempo á medio día medio de París......	11 m. 27 s. 18
Variación en 8 h. 26. m. [b]..............	5 5
Ecuación del tiempo para 8 horas 26 m.................	—11 22 13

[á] Esta váriación se calcula del mismo modo que la anterior. 0s. 08 que es la diferencia horaria dada por las Efemérides, se multiplica por 2 h. 30 m. 32 s., ó lo que es lomismo por su equivalente 2 h. 51. El producto 0 s. 2 se suma, porque la ecuación con signo negativo vá en aumento.

(b) Esta variación se calcula del modo siguiente: Si

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Tiempo m. dado de Nueva
York.................. 3 h. 20 m. 39 s. 00

Tpo. verd. demandado... 3 h. 9 m. 16 s. 87

¿Cúal será la ecuación del tiempo el 28 de setiembre de 1890 á 6 h. 10 m. 12 s. de la tarde tiempo verdadero en Madrás? ¿Cúal será la hora del tiempo medio?

Hor. astr. en Madrás el
28, tpo. verdadero..... 6 h. 10 m. 12 s.
Log de Madrás en tpo.
E. de Greenvich. [á].— 5 20 57

Hor. astr. En Greenwich
el 28, tiempo verdadero 0 h. 49 m. 15 s.

Ecuación del tiempo medio á verdadero en Greenwich el 28......... 9 m. 24 s, 03

Variación de ecuación, etc.

Se procede como en los casos anteriores.

en 24 horas (del 6 al 7 de marzo) hay una variación de 14 s. 38, ¿cúal será en la variación en 8 h. 26 m.? Resultado 5 s. 05. Esta cantidad se resta, porque la ecuación con signo negativo va en disminución

(á) Greenwich cuya hora se trata de saber, se halla al O. Cuenta menos horas.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Capítulo II

Ascenciones rectas

I. Equinoccios. Precesión de los equinoccios Ascensión recta

Se llaman *equinoccios* los puntos de intersección de la eclíptica con el ecuador.

Los equinoccios son dos: el equinoccio de primavera y el de otoño; ocupan en el cielo puntos diametralmente opuestos. Cuando el sol se halla en uno de estos puntos hay igualdad de días y de noches (21 de marzo y 22 de setiembre).

Al equinoccio de marzo corresponde lo que se llama el *primer punto de Aries*, que es la intersección de la eclíptica con el ecuador.

Los equinoccios no permanecen fijos en el cielo. Cada año se efectuan en puntos más occidentales de la eclíptica y del ecuador al mistiempo.

Explicacción y demostración. Supongamos que este año los equinoccios de primavera y de otoño se han efectuado en los puntos *á* y *á* de la eclípica; al año siguiente se efectuarán 50″.2 más al occidente; al año subsiguiente otros 50″ 2 más al occidente, y así sucesivamente: de manera que los puntos equinocciales habrán recorrido con un movimiento *retrógado* la gran órbita de la eclíptica en el espacio de 25,870 años.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Este movimiento retrógrado (de oriente á occidente) es conocido con el nombre de *precesión de los equinoccios*.

Supuesto que los puntos equinocciales retrogradan 50″ 2 por año, la retrogradación es de 0′ 14 por día: de manera que el *verdadero* equinoccio varía de un mes á otro, de un día á otro y de un momento á otro.

El primer punto de Aries, lomismo que los demás signos del zodiaco, están sujetos al mismo movimiento de retrogradación, Desde ahora dos mil años, época en que Hiparco descubrió la precesión de los equinoccios, los puntos equinocciales han retrogradado cerca de 30°.

El *círculo horario*, ó sea el *meridiano* de un astro, es el arco que pasando por los polos y por el centro de dicho astro, corta perpendicularmente al ecuador.

Se llama *ascensión recta* de un astro. el arco del ecuador comprendido entre el verdadero equinoccio y el meridiano del astro.

Explicación. Supongamos que el meridiano de una estrella corta al ecuador á los 42° al oriente del equinoccio, y el meridiano de la estrella será la ascensión recta de dicha estrella.

Las ascenciones rectas se cuentan siempre hacia el oriente del equinoccio de marzo, hasta 360°, ó sea hasta las 24 horas *siderales*.

A causa de la precesión de los equinoccios los astros sufren pequeñas variaciones en sus ascenciones rectas.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ II. Ascensión recta del sol

El sol recorre *aparentemente* el gran círculo de la eclíptica, de occidente á oriente, en el curso de un año

Supongamos que el 21 de marzo se halla este astro en el punto del equinoccio [primer punto de Aries]. A los tres meses con su movimiento de occidente á oriente se habrá separado 90° ó 6 h.. que será su ascensión recta; á los seis meses la separación ó ascensión recta del sol será de 180° ó de 12 horas; á los nueve meses la ascensión será de 270° ó de 18 horas; á los doce meses dicha ascensión será de 360° ó de 24 horas siderales.

Se ve pues que la ascensión recta del sol aumenta continuamente de un mes á otro, de un día á otro y de un momento á otro.

Las Efemérides astronómicas traen la ascensión recta del sol para todos los días del año á medio día de un lugar dado, por ejemplo París ó Greenwich; y por medio del cálculo se determina la ascensión para las demás horas del día y para otros lugares, procediéndose con arreglo al siguiente tipo.

Hallar la ascensión recta del sol el 1° de agosto de 1890 á 7 h. 19 m. 40 s. hora verdadera astronómica en Santiago de Chile.

Hor. verd astr en Santiago 7 h. 19 m. 40 s.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Long intermedia entre Greenwich y Santiago (á)...........	4 42 46 s.
Hor. astr. en Green. tpo. verd.	12 h. 2 m. 26 s.
A R del sol á.med. ver. en Green. 1 de agosto.......	8 h. 46 m. 16 s. 79
Variación de A. R. en 12 h· 2 m. 26 s. (b)..........	+ 1 56 78
A. R. buscada,...........	8 h. 48 m. 13 s. 57

Se demanda la ascensión recta del sol el 22 de marzo en Moscou.

Hor. astr. en Moscou, tpo. m. el 21...............	23 h. 52 m. 49 s.
Long. de Moscou, E. de Greenwich.............	—2 30 17
Hor. astr. en Green. tpo. m. el 21...............	21 h. 22 m. 32 s.
A. R. del sol á med. m. en Green. el 21........	0 h. 3 m. 6 s. 09
Variación, en 21 h. 22 m. 32 s. (c).................	+ 3 14 53
A. R. buscada...........	0 h. 6 m. 20 s. 62

(á) Se suma la longitud, porque Greenwich, cuya hora se trata de saber, se halla al E. de Santiago, y cuenta por consiguiente más horas.

(b) Esta variación se obtiene del modo siguiente: la variación horaria 9 s. 70 dada por las Efemérides se multiplica por 12 h. 2 m. 26 s. ó sea por 12 h. 04 y resulta 1 m. 56 s. 78. Esta variación ès siempre aditiva, porque el sol aumenta de ascensión recta de hora en hora, de momento en momento.

[c] Esta variación se obtiene del modo siguiente:

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Todo lo que acabamos de decir se refiere á la ascensión recta del sol verdadero. Al tratar del tiempo sideral hablaremos de la ascensión recta del sol medio. Cap. III.

§ III. Ascensión recta de la luna

La luna está dotada de un movimiento propio de occidente á oriente, en virtud del cual recorre el cielo en 27 d. 32 que es la revolución sideral de la luna.

Lo que hemos dicho del sol se aplica igualmente á nuestro satélite.

Explicación. Supongamos en efecto que hoy se halla la luna en el meridiano que pasa por el primer punto de Aries. A los 7 días, en virtud de su movimiento de occidente á oriente, se habrá separado 90°, que equivalen á 6 horas de ascensión recta; á los 14 días la separación será de 180°, ó sea de 12 horas de ascensión recta; á los 20 días la separación ó ascensión será de 270°, que equivalen á 18 horas; á los 27 días la ascensión será de 360° ó 24 horas: de manera que la luna habrá cambiado de ascenciones rectas desde 0 hasta 24 horas en menos de un mes.

La variación horaria de las Efemérides 9 s. 101 se multiplica por 21 h. 22 m. 32 s. Resulta 3 m. 14 s. 53. Esta cantidad es siempre aditiva. porque la ascensión recta siempre vá en aumento.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

De aquí se sigue, que si el sol muda de ascenciones rectas de un día á otro, de un momento á otro, el cambio de ascenciones en la luna se efectúa con mayor rapidez y en mucho menos tiempo.

Por esta razón en las Efemérides las ascenciones rectas de la luna están calculadas no solo para cada uno de los días del año, sino también para cada una de las horas del día; en otra columna contigua van indicadas las variaciones de ascensión para intervalos de 10 en 10 minutos. Con estos dos datos se calculan fácilmente las ascensiones rectas para los tiempos intermedios entre una hora y otra de un día cualquiera del año, y para cualquier lugar.

El tipo es como sigue:

Se demanda la ascensión recta de la luna el 14 de octubre de 1890 á 19 horas, 9 m. 30 s., tiempo medio astronómico en Madrás.

Hor. astr. en Madrás, tpo. m.	19 h.	9 m.	30 s	
Long. intermedia entre Green. y Madrás..................	—5	20	57	
Tpo. m. astr. en Greenwich..	13 h.	48 m.	33 s.	
A. R. de la luna el 14 de octubre á 13 h. tpo. medio astr. en Greenwich........	7 h.	29 m.	20 s	74
Variación de ascen. en 48 m. 33 s. (á).......	+ 1		39	19
A. R. demandada..........	7 h.	30 m.	59 s.	93

(á) Esta variación se obtiene del modo siguiente:—Si

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ IV Ascenciones rectas de los planetas

Todos los planetas giran de occidente á oriente en tiempos proporcionales á sus distancias. Mercurio el más inmediato al sol hace su revolución en 88 días; Neptuno el más distante en 165 años.

A causa del movimiento de traslación de la tierra; los planetas aparentan moverse con velocidades muy irregulares, y á veces en direcciones opuestas.

Así unas veces se mueven de occidente á oriente; otras parecen estar fijos; y otras aparentan moverse de oriente á occidente.

Cuando un planeta se mueve de occidente á oriente se dice que su movimiento es *directo*, y entonces aumenta la ascensión recta; cuando permanece *fijo*, se dice que se halla *estacionario*, y entonces no varía de ascensión; y finalmente cuando aparenta moverse de oriente á occidente, se dice que su movimiento es *retrógrado*, y entonces disminuye de ascensión recta.

En las Efemérides se hallan calculadas las ascenciones rectas de los planetas: 1° para medio día de un lugar dado (v. g. París ó Greenwich); 2° para el tiempo del paso de los planetas por un meridiano (por ejemplo de París ó

en 10 m. hay una variación de 20 s. 435 ¿qué variación habrá en 48 minutos 33 s.? Resultado 1 m. 39 s. 19. Esta cantidad se suma, porque la A. R. de la luna vá siempre en aumento.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Greenwich). Con uno de estos elementos y las variaciones horarias se determinan las ascensiones rectas para los demás tiempos intermedios y para otros lugares.

Regla. La ascensión recta de un planeta en un lugar y tiempo dados es igual á la ascensión recta dada por las Efemérides á medio día medio ± la variación calculada. Esta variación se añade, cuando el movimiento del planeta es directo; se sustrae cuando es retrógrado.

Ejemplos:

Se demanda la A. R. de Marte el 12 de diciembre de 1890 á 8 h. 52 m. 11 s. tiempo medio en Lima.

Hora en Lima tpo. m.......	8 h.	52 m.	11 s.	
Long. intermedia entre París y Lima....................	+5	17	32 s.	
Hora en París........ :....	14 h.	9 m.	43 s.	
A. R. de Marte en París á m. m....................	21 h.	56 m.	57 s.	80
Variac. en 14 h. 9 m. 43 (á)		1	41	24
A. R. demandada........	21 h.	58 m.	39 s.	04

Se demanda la ascensión recta de Júpiter en el mar el 6 de abril de 1890 á los 110° 56′ 30″ de longitud al E. de París. Hora astronómica á bordo, tiempo medio, 16 h. 22 m. 12 s.

Hor. astr. á bordo, t. m..... 16 h. 22 m. 12 s.

[á] Esta variación se obtiene del modo siguiente: 7 s. 15.. variación dada por las Efemérides por cada hora de longitud, se multiplica por 14 h. 16, hora en París; y el pro–

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Long. de la nave en tiempo al
E. de París (á).............—7 23 46

Hora astr. en París tpo. m... 8 h. 58 m. 26 s.
A. R. de Júpiter el 6 de abril á mediodía med.
en París.................. 20 h. 41 m. 20 s. 21
Variación de A. R. en 8 h.
58 m. 26 s. [b]........... + 13 53

A. R. demandada........ 20 h. 41 m. 33 s. 74

Determinar la ascensión recta de Saturno á su paso por el meridiano de Washinton, el 18 de febrero de 1890.

A R. á su paso por el meridiano de Greenwich...... 10 h. 12 m. 48 s. 12
Variación de A. R. en 5 h.
14 longitud Washington (c) —3 96

A. R. buscada............. 10 h. 12 m. 44 s. 16

Esta ascensión indica á la vez el tiempo sideral en Washington en el momento del paso de Saturno por el meridiano Cap. III § III.

ducto 1 m. 41 s. 24 se suma porque siendo el movimiento del planeta directo, es claro que á más horas corresponde mayor ascensión recta.

(á) 110° 56' 30" de longitud se convierte en 7 h. 23 m. 46 s. Esta cantidad se resta, porque París se halla al O. de la nave y cuenta menos horas.

(b) Esta variación se obtiene del modo siguiente:

La variación horaria 1 s. 108 dada por las Efemérides se multiplica por 8 h. 58 m, 26 s. y el resultado 13 s. 53 se suma, porque la ascensión recta del planeta vá en aumento.

El [c] El movimiento del planeta es retrógrado; su variación horaria—0 s. 77 multiplicada por 5 h. 14 m. de longitud=—3 s .96.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ V Ascenciones rectas de las estrellas

Ya hemos dicho que los puntos equinocciales, esto es, los puntos de intersección de la eclíptica con el ecuador, no permanecen fijos en el cielo. Cada año se desprenden 50″ 2 hacia el occidente de la eclíptica. Este fenómeno constituye lo que se llama *la precesión de los equinoccios*.

La variación de los puntos equinocciales unida al movimiento propio de las estrellas producen, en estas, variaciones de ascenciones rectas.

Empero, dichas variaciones son insignificantes de un día á otro: de manera que teniendo la ascensión recta de una estrella en un día dado, podemos sin error sensible aplicarla para un día antes, ó para un día después.

Por esta razón dichas ascenciones están calculadas en las Efemérides de 10 en diez días.

Para tener las ascenciones rectas para los demás días intermedios se procede con arreglo al siguiente tipo.

Determinar la A. R. de Sirio el 6 de mayo de 1881.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

A. R. de Sirio el 1º de mayo	6 h. 39 m. 55 s.	20
Variación en 5 días [á]....	+	06
A. R. demandada.........	6 h. 39 m. 55 s.	26

La ascensión recta de una estrella á su paso por el meridiano de un lugar, indica á la vez el tiempo sideral local.

CAPITULO III

Del tiempo sideral

§ I. Tiempo sideral. Sus ventajas

Día *sideral* es el tiempo que emplea la esfera estrellada en completar su revolución diurna. Consta de 24 horas (siderales).

Los días siderales son de una misma duración todos los días, todos los años y todos los siglos, cualquiera que sea el lugar en que se en-

[á] Esta variación se obtiene del modo siguiente:
Si en 10 días hay una variación de 0 s. 12 ¿cuál será la variación por día? 0 s. 012. Multiplicando esta cantidad por 5 días se tiene 0 s. 06. Esta cantidad es aditiva, porque la ascensión recta vá en aumento.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cuentre el observador: es la mejor medida del tiempo. No sucede esto con los días solares verdaderos, puesto que el sol emplea tiempos diferentes en regresar al mismo meridiano.

El día solar tiene mayor duración que el día solar: su exceso es de 4 minutos próximamente.

El día solar astronómico comienza en el momento en que el centro del sol se halla en el meridiano.

El día sideral comienza en el momento en que el punto del verdadero equinoccio (marzo) pasa pro el meridiano.

Los cuadrantes solares indican las horas del día solar, y los relojes en general, cuando están bien arreglados, indican las horas del día solar medio.

Se llama péndulo ó reloj sideral el que está construido con arreglo á la duración del día sideral. El péndulo sideral indica las horas del día sideral: señala 0 h. 0 m. 0 s en el momento en que el predicho equinoccio, primer punto de Aries, pasa por el meridiano del lugar.

Un reloj sideral bien arreglado tiene además otra ventaja muy preciosa. Si una estrella pasa por el meridiano á cierta hora del día sideral, pasará á la misma hora el día siguiente, el subsiguiente, etc. indefinidamente: lo que no sucede con un cronómetro arreglado al día solar. Si una estrella pasa por el meridiano á cierta hora del día solar medio, al día siguiente pasará

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

4 m. más temprano (3 m. 55 s. 91); al día subsiguiente otros 4 m. más temprano; á los 30 días pasará dos horas más temprano, y así sucesivamente.

De lo dicho se infiere que el paso de una estrella por el meridiano es un excelente medio para juzgar de la bondad de un cronómetro.

Se llama *tiempo sideral* la hora indicada por el reloj sideral; y tiempo medio la hora indicada por un reloj arreglado al sol medio.

Conocido el tiempo sideral es fácil conocer el tiempo medio; y viceversa, como veremos muy luego.

§ II Aceleración del tiempo sideral Retardo del tiempo medio

Hemos dicho que el día sideral es de menor duración que el día solar medio, y que en consecuencia sus horas y fracciones son proporcionalmente menores en duración que las horas y fracciones del día solar medio.

Se llama *aceleración* del tiempo sideral el exceso de tiempo que se cuenta sobre el tiempo medio en un intervalo de éste.

Así por ejemplo, la aceleración del tiempo sideral en una hora del tiempo medio es de 9 s. 856, ó lo que es lo mismo, una hora del tiempo medio equivale á una hora más 9 s. 856 del

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

tiempo sideral; 24 horas del tiempo medio equivalen á 24 horas 3 m. 56 s. 5,554 del tiempo sideral.

Se llama *retardo* del tiempo medio la cantidad de medios que se encuentra durante cierto intervalo sideral dado.

Ejemplo. Una hora sideral equivale á 59 m. 50 s. 1.704 del tiempo medio; 24 horas siderales equivalen á 23 h. 56 m. 4 s. 0906 del tiempo medio.

Las Efemérides astronómicas traen tablas de las equivalencias del tiempo medio al tiempo sideral, y al contrario.

Sentado esto, supongamos que el 21 de marzo, día del equinoccio, el sol medio y el primer punto de Aries pasan en el mismo momento por el meridiano de Greenwich. En dicho momento, tanto el péndulo arreglado al tiempo solar medio, como el péndulo sideral indicarán en Greenwich. 0 h. 0 m. 0 s. Después de una hora (tiempo medio) el péndulo solar indicará 1 hora, y el péndulo sideral 1 h 9 s. 856. Seis horas después el péndulo solar indicará 6 h., y el péndulo sideral 6 h. + [9 s. 856 × 6]. Al día siguiente, á mediodía medio, el péndulo solar indicará 0 h. 0 m. 0. s., y el péndulo sideral 3 m. 56 s. 5554. Cien días después [junio 30], á mediodia medio, el adelanto del péndulo sideral será de 3 m. 56 segundos 5554×100=6 h. 34 m. 15 s. 54. A los 365 días después, la aceleración será de 23 h. 59 m 2. s. 7. Finalmente

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

al año cumplido (365 días 5 h. 48 m. 47 s. 51) la aceleración será de 24 horas (á).

Se vé pues que en el curso de un año el tiempo sideral crece lomismo que la ascensión recta del sol medio: ó más bien, que el tiempo sideral no aumenta como la ascensión recta del sol medio.

Frecuentemente acontece convertir el tiempo sideral en tiempo medio, y al contrario, lo que será objeto de los parrágrafos que siguen.

§ III. Tiempo sideral á mediodía medio

El tiempo sideral ó mediodía medio, ó la ascensión recta media del sol, es la hora sideral en el momento del paso del sol medio por el meridiano de un lugar.

Las Efemérides astronómicas dan el tiempo sideral ó mediodía medio, para el meridiano que se toma por punto de partida. Así por ejemplo, para el 1° de enero de 1890 á mediodía medio en París, la hora sideral es 18 h. 44 m. 19 s. 69.

(á) Aceleración en 365 días	23 h.	59 m.	2 s.	7
Aceleración en 5 h. 48 m. 47 s.			57	3
Suma	24 h.	0 m.	0 s.	0

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Para tener el tiempo sideral ó mediodía medio de otro lugar, se procede conforme á la siguiente.

Regla. Al tiempo sideral dado por las Efemérides se añaden 9 s. 856 por cada hora de longitud, si el lugar está al O. del primer meridiano; y se sustrae, si está al E.

Ejemplo. Se demanda el tiempo sideral á mediodía medio en Pondichery el 1° de enero de 1890.

Tpo. sid. á med. m. en París el 1° de enero de 1890	18 h.	44 m.	19 s.	69
Variación del tpo. sid. en 5 h. 166 long. de Pond. [á]	=		50	92
Tpo. sid. demandado.....	18 h.	43 m.	28 s.	77

El tiempo sideral á mediodia medio sirve para convertir un tiempo sideral dado en tiempo medio astronómico, y recíprocamente.

Sirve también para calcular la hora media del paso de los planetas y de las estrellas por el meridiano. En efecto, la ascensión recta de una estrella ó de un planeta á su paso por el meridiano indica á la vez el tiempo sideral. Se tendrá pues la hora media del paso, convirtiendo el tiempo sideral hallado en tiempo medio, como veremos á continuación.

[á] 9 s. 166 × 5 h. 856 = 50 s. 92. Esta cantidad se resta, porque Pondichery se halla al E. de París.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ IV Conversión del tiempo sideral en tiempo medio

Para convertir el tiempo sideral en tiempo medio, primero se halla el tiempo sideral á mediodía medio, conforme á lo expuesto en el anterior parrágrafo. Hecho esto se procede según la siguiente.

Regla. Del tiempo sideral local dado se deduce el tiempo sideral local á mediodía medio, añadiendo 24 h. al primero, si esto es necesario para hacer la sustracción posible. Dedúzcase en seguida de este residuo la aceleración correspondiente del intervalo sideral, y se tendrá el tiempo medio que se desea.

Ejemplo I. Se demanda el tiempo medio de una observación hecha en Pondichery el 1° de enero de 1890 á 10 h. 52 m. 17 s. 45 del tiempo sideral.

	24 h. (á).			
Tpo. sideral dado........	10 h.	52 m.	17 s.	45
Tpo. sid. á med. m. en Pond. el 1° de enero [b]	—18	43	28	77
Difer. ó tpo. sid. trascurrido después de med. m..	16 h.	8 m.	48 s.	68

[á] Se agrega 24 h., porque el tiempo sideral dado es menor que el tiempo sideral á mediodía medio.

(b) Véase el ejemplo anterior.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Correc. spre. sustrac. por 16 h. 8 m. 48 s. 68 tpo. sideral (c).............	—	2	38	72
Tpo. m. demandado......	16 h.	6 m.	9 s.	96

Ejemplo II. Se demanda el tiempo medio de una observación hecha en La Paz el 15 de abril de 1890 á 16 h. 24 m. 36 s. 62 del tiempo sideral.

Previamente se determina el tiempo sideral á mediodía medio en La Paz.

Tpo. sid. en París el 15 de abril á med.m............	1 h.	34 m.	21 s.	39
Variación del tpo sideral en 4 h. 689 long. de La Paz (d)................		+	46	21
Tpo. sid. á med. m. La Paz	1 h.	35 m.	7 s.	60
Tpo. sid. dado....	16 h.	24 m.	36 s.	62
Tpo sid. á med. m. La Paz	—1	35	7	60
Difer. ó interv. sid. trascurrido desde med. m........	14	49	29	02
Correc. spre. sustrac. por 14 h. 49 m. 29 s. 02 (á).......		— 2	25	72
Tpo. medio demandado....	14 h.	47 m.	3 s.	30

(c) Esta corrección es el retardo del tiempo medio, ó más claro, para convertir en tiempo medio el tiempo sideral 16 h. 8 m. 48 s. 68 se deduce 2 m. 38 s. 72.

(d) 9 s. 856 × 4 h. 689 = 46 s. 21. Esta cantidad se suma, porque La Paz se halla al O. de París.

(á) Esta corrección es para convertir el intervalo sideral 14 h. 49 m. 29 s. en tiempo medio.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ V. Conversión del tiempo medio en tiempo sideral

Regla. Súmense el tiempo sideral local á mediodía medio, el tiempo medio dado y la aceleración correspondiente, siempre aditiva, y se tendrá el tiempo sideral que se desea.

Ejemplo. ¿Cuál es el tiempo sideral que corresponde el 15 de abril de 1890 á 14 h. 47 m. 3 s. 30 del tiempo m. en La Paz?

Tpo. sid. á med. m. La Paz	1 h.	35 m.	7 s.	60
Tpo. m. dado..............	14	47	3	30
Correc. spre. aditiva (á)....		+ 2	25	72
Tpo. sid. demandado.......	16 h.	24 m	36 s.	62

CAPITULO IV

Declinaciones de los astros en general

Se llama *declinación* la distancia en grados que hay del ecuador al centro de un astro. Los

(á) Esta corrección es la aceleración del tiempo sideral sobre el tiempo medio; ó en otros términos, 14 h. 47 m. 3 s. 30, tiempo medio, se convierten en tiempo sideral, añadiendo 2 m. 25 s. 72.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

astros que se hallan en el ecuador no tienen declinación, ó mejor dicho, su declinación es 0°. La mayor declinación es á los polos, y ella es de 90°.

Las declinaciones de los astros en el cielo son lo que las latitudes de los lugares en la tierra.

§ I. Declinación del sol

La eclíptica, círculo descrito por el sol en el curso de un año, corta oblícuamente el ecuador, formando un ángulo de 23° 27 m. 30 s. De aquí se sigue que el sol unas veces se separa, y otras se aproxima al ecuador siendo en, consecuencia su mayor alejamiento de 23° 27′ 30″.

Desde el 21 de marzo hasta el 21 de junio el sol se aleja gradualmente del ecuador, aumentando por consiguiente su declinación. Desde el 21 de junio hasta el 22 de septiembre el sol se aproxima al ecuador, disminuyendo por consiguiente su declinación. Desde el 22 de septiembre hasta el 21 de diciembre el astro vuelve á separarse del ecuador, aumentando por consiguiente su declinación. Desde el 21 de diciembre hasta el 21 de marzo vuelve á aproximarse al ecuador, y entonces va en diminución.

Desde el 21 de marzo hasta el 22 de septiembre [6 meses], las declinaciones del sol son boreales. Desde el 22 de septiembre hasta el 21

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

de marzo (otros 6 meses), las declinaciones del sol son australes.

En los momentos de los equinoccios la declinación del sol es 0°, y en los momentos de los solsticios la declinación llega á su máximum, esto es, á 23° 27′ 30″.

Los astrónomos calculan anticipadamente las declinaciones del sol para todos los días del año, á medio día del meridiano inicial más las variaciones horarias, y con estos dos datos se obtienen las declinaciones păra las demás horas intermedias ó para otros lugares; procediendo de un modo análogo á la determinación dé las ascenciones rectas.

Para calcular las declinaciones del sol y de los planetas se requiere tener, sino la hora exacta, al menos la hora aproximada.

Las variaciones horarias de las declinaciones del sol son notablemente mayores en los equinoccios que en los solsticios. La variación horaria en los equinoccios es de 59″, mientras que en los solsticios es solo de 1″; ó lo que es lo mismo, en un minuto de tiempo, en el primer caso, hay la misma variación que en una hora en el segundo caso. Luego para calcular las declinaciones del sol, se debe tomar con más prolijidad la hora aproximada al tiempo de los equinoccios que en los solsticios.

Calcular la declinación del sol el 11 de julio de 1881 á 6 h. 13 m. 52 s. de la tarde, tiempo verdadero en Atenas.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Hor. astr. en Atenas, tpo verd.	6 h.	13 m.	52 s.	
Long. de Atenas, E. de Greenwich [á].	—1	34	56	
Hor. astr. en Green. t. verd.	4 h.	38 m.	56 s.	
Decl. del sol á medio día verdadero en Green. 11 de julio	22°	4′	13″	7 N.
Variac. de decl. en 4 h. 38 m. 56 s. (b).	—	1	34	1
Declinación calculada.	22°	2′	39″	6

Calcular la declinación del sol el 2 de noviembre de 1889 en La Paz á 9 h. 19 m. tiem. m. civil aproximado.

Tpo. med. civil aprox.	2 nov.	9 h.	19 m.	00 s.	
Tpo. medio astr. aprox.	1	,, 21	19	00	
Ecuación á mediod. m. en Green. (c).	+		16	19	
Tpo. verd. astr. aprox.	1	,, 21	35	19	
Long. Paz O. Green (d)	+	4	31	58	
Hor. aprox. en Green. tiempo verdadero. . . .	1	,, 26	7	17	
Id. id.	2 nov.	2 h.	7 m.	17 s.	
Id. en decimales.	,,	2 h.	1		

(á) Esta longitud se resta, porque Greenwich se halla al O. de Atenas y cuenta menos horas.

[b] Esta variación se obtiene del modo siguiente: La variación horaria dada por las Efemérides, 20" 50' se multiplica por 4 horas 38 m. 56 s. y se tiene por resultado 1' 34" 1. Esta cantidad se resta. porque la declinación del sol vá en diminución desde el 21 de junio hasta el 22 de septiembre.

[c] Se suma porque Greenwich cuenta más horas que La Paz en un momento dado.

(d) Se añade según el precepto de las Efemérides.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Declinación el 2 de nov. á med. verd. en Greenwich	14° 54′ 32″
Variación en 2 horas 1 [á].	+ 1 39
Declinación calculada......	14° 56′ 11″

Calculada la declinación, es fácil hallar la distancia del Polo al Sol, ó sea el arco P. S.

Regla. Añádase á 90° la declinación calculada si ésta y la latitud del lugar son de distintos nombres; y se sustrae si son de un mismo nombre.

Ejemplo:

Declinación calculada............	14° 56′ 11″
Cuarto de círculo................	90°
P. S................	75° 3′ 49″

En este caso se ha hecho la sustracción, porque la declinación y la latitud de La Paz son australes, ó sean de un mismo nombre.

§ II Declinación de la Luna

La *órbita de la luna* forma con el plano de la eclíptica un ángulo de poco más de 5°.

Las declinaciones ó distancias de la luna al ecuador, cambian considerablemente de una lunación á otra. Hay lunaciones en que el máxi-

[á] Para hallar esta variación se multiplica la variación horaria de las Efemérides, 47", por 2 h. 1, y se tiene 98" 7 = 1' 39". Se suma, porque la declinación del sol va en aumento.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

mum de la declinación solo asciende á poco más de 23°, y hay otras en que asciende hasta los 28° Para calcular las declinaciones de la luna se procede de un modo análogo al cálculo de las ascenciones rectas

Calcular la declinación de la luna el 5 de mayo de 1890 á 15 h. 12 m. 23 s. tiempo medio astronómico en Pekin.

Hora en Pekin............	15 h. 12 m. 23 s.
Long. intermedia entre Pekin y Greenwich (á)...........	7 45 53
Hora en Greenwich.........	7 h. 26 m. 30 s.
Declinación de la luna á 7 h. tpo. m. el 5 en Greenwich.......	...17° 11′ 1″
Variación en 26 m. 30 s. (b)........	+ 4 43
Declinación calculada...............	...17° 15′ 44

§ III Declinaciones de los planetas

Los planetas principales [c] giran dentro .

(á) Esta longitud se sustrae, porque Greenwich se halla al O. y cuenta menos horas.

(b) Esta variación se obtiene del modo siguiente:

Si en 10 m. hay una variación de 106" 9. ¿cuál será la variación en 26 m. 5? El resultado, 4 m. 43", se suma, porque la declinación de la luna va en aumento.

(c) Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

de una zona llamada zodiaco, de 16° de ancho.

La eclíptica ocupa el centro, ó más bien dicho, la línea intermedia de la zona, dividiéndola en otras dos zonas iguales de á 8° á cada lado.

Las declinaciones de los planetas se calculan del mismo modo que las ascenciones rectas.

Calcular la declinación de Marte el 12 de abril de 1890 á 11 horas 52 minutos 48 segundos, tiempo medio astronómico en Cantón

Hora en Cantón tpo. med. astr.	11 h.	52 m.	48 s.
Long. intermedia entre París y Cantón (á)	− 7	23	45
Hora en París tpo. m. astr.....	4 h.	29 m.	3 s.

Declinación de Marte á med. m. en París el 12..........	21° 55′ 5″ 7 S.
Variación en 4 h. 29 m. (b) +	31 0
Declinación calculada......	21° 55′ 36″ 7

Calcular la declinación de Venus el 30 de agosto de 1881, en el momento de su paso por el meridiano de Lisboa (observ. real).

Decl. de Venus en mom. de

(á) Se resta, porque París cuenta menos horas que Cantón en un momento dado.

(b) 6" 9' variación horaria × 4 h. 5, longitud = 31". Esta cantidad se añade, porque la declinación del planeta vá en aumento.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

su paso por el mer. de Green.	19° 45′ 29″ 8 N.
Var. de decl. en 0 h. 36 m. 36 s. long. de Lisboa, O. de Greenwich [á].............	—15″ 9
Declinación calculada......	19° 45′ 13″ 9

§ IV Declinaciones de las estrellas

Los polos del mundo, lo mismo que el ecuador, no permanecen fijos en el cielo

Estos cambios, combinados con los movimientos propios de las estrellas y con otras causas, producen variaciones en las declinaciones aparentes de las estrellas.

Empero dichas variaciones son muy pequeñas en el decurso de 24 horas. Por esta razón, así como las ascenciones rectas, las declinaciones están calculadas en las Efemérides para periodos de 10 en 10 días.

Para calcular las declinaciones estelares para los demás días intermedios, se procede de un modo análogo á lo que hemos expuesto al tratar de las ascenciones rectas.

Calcular la declinación de α de Casiopea el 8 de marzo de 1890.

[á] La variación horaria de las Efemérides, 26" 1' se multiplica por 0 h. 36 m. 36 s. Resultado, 15" 9. Esta cantidad es sustractiva, porque la declinación va en diminución.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Declinación de Casiopea el 2 de marzo	55° 56′ 2″ 0 N.
Variación en 6 días (á).....	— 0 1
Decl. de Casiop. el 7 de marzo	55° 56′ 1″ 9

CAPITULO V

De las causas que alteran aparentemente las alturas de los astros

Hay tres causas que alteran las alturas de los astros: la refracción, la paralaje y la depresión del horizonte. Reducir á su altura verdadera la altura aparente con que un astro se presenta á nuestra vista será el objeto de este capítulo.

§ I Refracción

A causa de la refracción de la luz, los astros aparecen á mayor altura de la en que están realmente. Cuando el borde inferior del sol, por

[á] Esta variación se obtiene del modo siguiente; Variación diaria dada por las Efemérides, 0" 25. Multiplicando esta cantidad por 6 días se tiene 0" 1. Esta cantidad se resta, porque la declinación va en diminución

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

ejemplo, está en contacto con el plano del horizonte, lo vemos separado á una altura casi igual á su diámetro.

La mayor refracción tiene lugar cuando los astros se hallan en el horizonte: ella disminuye gradualmente á proporción que los astros van alzándose á mayor altura. La refracción es nula en el zenit.

Por medio de una tabla especial se encuentra el valor de la refracción correspondiente á la altura aparente de un astro, y se determina por ella su altura verdadera.

Ejemplo. Se ha tomado en el mar con el octante la altura aparente de una estrella de 13° 50′ ¿Cuál será su alturá verdadera?

Altura aparente..................	13°	50′	
Refracción dada por la tabl. [á]...	—	3′	53″
Altura verdadera de la estrella....	13°	46′	7″

La refracción está también sujeta á las variaciones de la presión atmosférica. Al nivel del mar y á la altura barométrica de 760 milímetros es notablemente mayor que en la meseta de los Andes, donde la altura barométrica media es de 488 milímetros.

Finalmente la temperatura influye en el poder refringente de la atmósfera. Con los tres elementos antedichos á saber: altura aparente de los astros, presión atmosférica y temperatura

(á) Se resta, porque por la refracción los astros son vistos á mayor altura.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

se determina con toda precisión el valor de la refracción.

Ejemplo. Se ha tomado la altura aparente de una estrella de 30° 10′ en un lugar situado á las 2438 metros de altura sobre el nivel del mar y á la temperatura de 10° centígrados ¿Cuál será la altura verdadera del astro?

Altura aparente..................	10°	10′
Refrac. en el mar á 30° 10 de alt (á)	—	1′ 41″
Altura apróxim. de la estrella.....	30°	8′ 19″
Correccio. por la alt. de 2438 m. [b]	—	20″
Altura ver. de la estrella.........	30°	7′ 59″

Para determinar la altura verdadera del sol, de la luna y de los planetas, debe tenerse además en consideración la paralaje, de que hablaremos en el parrágrafo siguiente.

Por efecto de la refracción el sol, lo mismo que la luna, toma una forma ovalada á su salida y puesta: el diámetro vertical parece menor que el horizontal; gradualmente y á proporción que se separa del horizonte, el disco del astro recobra su forma circular. Esto se explica por que el borde inferior, como más próximo al orizonte, se halla más afectado por la refracción que el borde superior. Para reducir la altura aparente del centro á su altura verdadera, debe tenerse en cuenta la desigualdad de refracción

(1) Véase la tabla de las refracciones.

[b] Esta correción es siempre sustractiva, porque la refracción disminuye con la altitud del lugar.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

que sufren ambos bordes. El fenómeno que acabamos de hacer notar es más visible en la luna.

§ II Paralaje de los astros en general

Se llama *paralaje* el ángulo formado por las líneas que, partiendo del centro de un astro, terminan en las extremidades del semidiámetro terrestre.

La paralaje horizontal es el mayor ángulo bajo el que el semidiámetro ecuatorial de la tierra sería visto desde el centro de un astro.

Los paralajes varían con las distancias que nos separan de los astros: son tanto mayores, cuanto más próximos están los astros á la tierra; tanto menores, cuanto más lejanos están de nuestro planeta. De este modo, la luna tiene mayor paralaje que el sol. La paralaje de las estrellas es casi nula, á causa de sus distancias infinitas.

Por la misma razón un astro aumenta ó disminuye de paralaje, según su aproximación ó alejamiento de la tierra. Así la luna tiene, á alturas iguales, mayor paralaje en su perihelio que en su afelio.

También varía la paralaje, según sea la altura del astro sobre el horizonte: es mayor cuando se halla en este plano; disminuye á medida que el astro toma mayor altura; es nula en el zenit.

La Paralaje produce un efecto contrario

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

á la refracción: es decir: que si á causa de la refracción los astros parecen á mayor altura, á causa de la paralaje parecen más abajo.

Luego será menester practicar una sustracción entre ambos elementos para tener la altura verdadera de un astro.

La paralaje de *altura* se deduce de la paralaje horizontal, multiplicando esta por el coseno de la altura dada.

Ejemplo. Siendo la paralaje horizontal de un astro de 55′ 16″ ¿Cuál será su paralaje á la altura de 56° 11′ 50″?

Long. 55′ 16″ ó 3316″.............. 3.5206145
Cos 56° 11′ 50″..................... 9.7453371

3.2659516

igual á 1845″=30′ 45″ que es la paralaje de altura.

Este cálculo y otros análogos se simplifican sobremanera con el auxilio de tablas especiales.

§ III Semidiámetro del Sol. Su paralaje

Semidiámetro del sol es el ángulo subtenso del centro de la tierra por el semidiámetro del sol. Este elemento se requiere para reducir al centro las observaciones hechas en su limbo superior ó inferior.

Ejemplo. El 6 de mayo se ha tomado la altura del borde superior del sol de 45° 28′ 11″

Hallar la altura del centro

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Alt. tomada	45° 28′ 11″
Semid. 6 de mayo	— 15 53
Alt. del centro....................	45° 12′ 18″

Cuando se toma la altura del borde inferior, se suma el semidiámetro para tener la altura del centro.

Paralaje del sol. La paralaje horizontal del sol, como la de los demás astros, varía con su distancia á la tierra. Es de 8″ 7 á fines de junio, de 9″ á fines de diciembre.

Por medio de una tabla especial se halla la paralaje de la altura correspondiente á la paralaje horizontal. Así el 1° de enero, a la paralaje horizontal de 9″ corresponde la paralaje de 6″, á la altura de 46°.

Para determinar la altura verdadera del sol, se resta de su altura aparente la refracción, menos su paralaje, como en el siguiente ejemplo:

Dada la altura aparente del centro del sol, de 46° al nivel del mar (1° de enero), hallar la altura verdadera.

Alt. aparente dada	46°
Refracción—paral (á)...	—0′ 50″
Alt. verd. del centro............	45° 59 10″

(á) Este elemento se obtiene del modo siguiente:

Refracción á 46° de altura.......	56"
Paral á 46° de altura......................	—6"
Refracción—paral	50"

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ IV. Semidiámetro de la Luna. Su paralaje

Semidiámetro de la luna es el ángulo bajo el cual su semidiámetro sería visto desde el centro de la tierra.

Supongamos dos observadores, el uno en el ecuador con la luna en el zenit, y el otro en el centro de la tierra. Hallándose el primero 1432 leguas más próximo que el segundo, es claro que verá el semidiámetro de nuestro satélite bajo un ángulo mayor. La diferencia disminuirá á medida que la luna descienda al horizonte; se reducirá á cero, cuando se haya puesto en una posición intermedia ó equidistante entre ambos observadores. De aquí se infiere que el aumento del semidiámetro para el observador colocado sobre la tierra, está en razón de la altura de la luna sobre el horizonte; dicho aumento puede llegar á 19″.

Para determinar la posición del centro en los casos de altura y de distancias lunares, debe tenerse en cuenta dicho aumento, que se encuentra en la mayor parte de las tablas de Astronomía Náutica.

Paralaje de la luna. En el espacio de catorce días la paralaje horizontal de la luna varía de 53° á 61′.

Las Efemérides astronómicas traen el valor de la paralaje horizontal para cada hora. Con

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

este dato se puede determinar la paralaje horizontal en una fecha y hora de otro lugar, procediendo del modo siguiente:

Hallar la paralaje horizontal de la luna el 4 de marzo de 1890, á 14 horas, tiempo medio en Lima.

Hora dada.............................. 14
Long. aproxim. de Lima O. de París..... 5 h.

Hora en París, tiempo medio............. 19 h.

Viendo la tabla se tiene (4 de marzo á 19 h. en París) paralaje horizontal 54′ 40″ que es la paralaje buscada.

Por medio de las tablas náuticas se halla la paralaje de altura de la luna, correspondiente á su paralaje horizontal. Así á la paralaje horizontal 54′ 40″ con 61° sobre el horizonte, corresponde 26′ 30″ por paralaje de altura.

Tomada la altura aparente del borde iluminado de la luna, es fácil determinar la altura verdadera de su centro, sumando ó restando su semidiámetro, según fuere la observación hecha en su limbo inferior ó superior.

Ejemplo Se ha tomado la altura del borde superior de 51° 12′ 15″ sobre el horizonte, á la altura de 3700 metros sobre el nivel del mar, siendo su paralaje horizontal de 54′ 3″, hallar la altura verdadera de su centro.

El tipo del cálculo es como sigue:

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Alt. apar del borde sup...........	51° 12′ 15″
Semid. de las Efem. en la hora de la observación....................	--- 16′ 8″
	50° 56′ 7″
Aumento del semidiámetro (a)...	+ 11″
Alt. apar. del centro.............	50° 56′ 18″
Paral. de alt. refracc. (b)........	+ 33′ 1″
Alt. ver. del centro.............	51° 29 19°

La paralaje horizontal *ecuatorial* de la luna es el mayor ángulo bajo el cual sería visto del centro de la luna el radio ecuatorial terrestre.

Si la tierra fuese esférica la paralaje tendría en el mismo instante el mismo valor en el ecuador y en un lugar cualquiera; pero siendo ella un esferoide aplastado, la paralaje disminuye con el radio de la tierra, á medida que se separa del ecuador. Así la paralaje es mayor en Quito que en Lima, y en Lima mayor que en Buenos Aires.

(a) A 51° de altura sobre el horizonte y 54' de paralaje horizontal, la tabla da 11" de aumento del semidiámetro horizontal de la luna.

(b) Este elemento se obtiene del modo siguiente:

Paralaje de altura	34' 2"
Refracción á 51 grados de altura...........	— 47
	33' 15"
Corrección por la altura de 3700 metros....	— 14
Paral.—refracción....................	33' 1"

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Llamando p á la paralaje horizontal ecuatorial (que es la que dan las Efemérides) y a al aplastamiento de la tierra, el valor de la paralaje á la latitud l se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$p \; a \; p \; \text{sen}^2 \, l.$$

Ejemplo.—El aplastamiento de la tierra de $\frac{1}{294}$ y la paralaje horizontal de la luna de 53″ ¿cuál será su paralaje á los 48° 50′ de latitud?

$$\text{Log.} \frac{1}{294} = 7.53165$$
$$\text{Log. } 53' = 3.50243$$
$$\text{Sen. } (48^\circ \; 50')^2 = 9.75336$$
$$0.78744 = 6''$$

Paral. ecuat........................53′ 0″

Paral. demand......................52′ 54″

Pocas veces se requiere de esta precisión, es decir, de la paralaje de latitud, bastando generalmente la paralaje ecuatorial.

CAPITULO VI

Determinación de las horas

Uno de los más importantes problemas de la astronomía es determinar las horas, no solo con la apreciación de minutos, sino también con la designación de segundos y fracciones de segundos.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

La determinación de las horas puede hacerse: 1° por el paso de los astros por el meridiano; 2° por su aparición ó desaparición del horizonte; 3° por su elevación ó altura.

§ I Determinación de las horas por el paso de los astros por el meridiano

La designación de la hora por el paso de los astros por el meridiano se verifica con el auxilio del anteojo meridiano, ó con un teodolito colocado en las dos condiciones siguientes: 1ª que esté bien nivelado; 2ª que el eje del anteojo esté en dirección de Norte á Sud, de modo que cuando gire en sentido vertical, el hilo central (vertical) describa exactamente el arco del meridiano celeste.

Puede desde luego colocarse el anteojo en la dirección de Norte á Sud, con el auxilio de la brújula; mas tal procedimiento es defectuoso: 1° porque la brújula, por mayores que sean sus dimensiones, no puede indicar las pequeñas divisiones de los grados, v. g. los segundos y sus fracciones; 2° porque la aguja magnética varía de dirección de un día á otro, de una hora á otra; alteraciones que son conocidas por los físicos, con los nombres de *variaciones diarias y horarias*

Más adelante, cap. VIII § III, expondremos los procedimientos de que se valen los as-

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

trónomos para colocar el anteojo meridiano, con toda la precisión deseable.

Colocado el anteojo con las condiciones que hemos expuesto anteriormente, se procede del modo que pasamos á indicar:

Determinar la hora media, por el paso de uno de los bordes del sol por el meridiano.

Como no es posible observar el momento preciso en que el centro del sol pasa por el meridiano, se determina la hora por el paso de uno de sus bordes; y en seguida, para saber el momento en que el centro del astro pasa por el meridiano, se agrega ó quita la cantidad de tiempo que emplea el semidiámetro del sol en pasar por el hilo central del anteojo (a).

¿A qué hora se pondría en contacto el borde occidental del sol con el hilo del anteojo, el 1° de enero de 1878 en La Paz?

Paso del centro del sol por el meridiano tpo. verdadero....	0 h. 00 m. 00 s. 00
Ecuación del tpo. á mediodía verdadero en La Paz........	+ 3 57 62
Paso del centro del sol por el merid. tpo. m. astronómico...	0 h. 3 m. 57 s. 62
Duración del paso del semid.	

(a) Las Efemérides dan la duración del paso del semidiámetro del sol por el meridiano, ó sea por el hilo central vertical del anteojo.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

del sol por el meridiano (a) . . — 1 10 91

Hora demandada tpo. medio 0 h. 2 m. 46 s. 71

¿A qué hora el hilo del anteojo se pondría tanjente al borde oriental del sol el 1° de enero de 1878 en La Paz?

Paso del centro del sol por el
meridiano, tpo. verdadero . . 0 h. 00 m. 00 s. 00
Ecuación del tpo. á med. ver.
en La Paz + 3 57 62

Paso del centro del sol por
el merid. tpo. m. astronóm. 0 h. 3 m. 57 s. 62
Durac. del paso del semidiám.
del sol por el meridiano (b). + 1 10 s. 91

Hora dem. tpo. m. astron. . . 0 h. 5 m. 8 s. 53

Determinar la hora del paso de la luna por el meridiano de un lugar.

Cada día la luna pasa por el meridiano más tarde que la víspera, con un retardo diurno de 42 á 61 m.

Es muy sencilla la resolución del problema propuesto.

Regla. Al paso de la luna por el meridiano inicial se añade el retardo proporcional á la longitud del lugar.

[a] Se resta, porque el borde occidental de un astro pasa más temprano que el centro.

(b) Se suma, porque el borde oriental pasa después del centro.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Ejemplo. Se demanda la hora media del paso de la luna por el meridiano de Washington, el 29 de junio de 1890.

	h.	m.	
Paso por el merid. de Green. el 21 de junio	9	25.	5
Pasa el 30 de id.....	10	23.	4
Retardo diurno......		57.	9
Retardo en 5 h. 14 long. de Washington		+12.	4
Hora demandada.....	9 h.	37m..	9

Hay más precisión practicando el cálculo con el retardo semidiurno.

De este modo:

	h.	m.	
Paso por el meridiano supr. de Greenwich	9	25.	5
Paso por el meridiano inf..............	21	53.	8
Retardo en 12 horas........		28.	3
Retardo en 5 h. 14 long. de Washington........		12.	1
Hora demandada....	9 h.	37 m.	6

Este último resultado puede estar afectado de un error de 1 á 2 décimos de minuto. La precisión es mayor por el método de las variaciones de ascenciones rectas, pudiendo practicarse el cálculo con un error que no alcance á medio segundo.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).
cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU

Por el paso de la luna se sabe la hora de las mareas, y se determinan las longitudes geográficas. Los marinos observan su altura meridiana para tener la latitud.

Determinar la hora del paso de los planetas por el meridiano de un lugar.

La hora del paso de un planeta por el meridiano de un lugar es igual á la hora del paso del planeta por el meridiano inicial más, la variación proporcional á la longitud del lugar. Se suma la variación, si el planeta sufre un retardo diurno; se resta, si hay adelanto.

Ejemplo. Se demanda la hora media del paso de Júpiter por el meridiano de Boston el 11 de septiembre de 1890.

Paso de Júpiter por el meridiano de París.............	8 h. 57 m. 46 s.
Variación en 4 h. 9 long. de Boston [a]...............	— 51
Hora demandada..........	8 h. 56 m. 55 s.

Determinar la hora del paso de las estrellas por el meridiano

Regla. De la ascensión recta de las estrellas se quita el tiempo sideral, ó sea la ascensión recta del sol medio á mediodía medio; el residuo indica el intervalo sideral trascurrido desde el mediodía medio hasta el momento del paso de

[a] La variación horaria 10 s. 4 × 4 h. 9 de longitud = 51 s. Esta cantidad se resta, porque el planeta se adelanta en su paso diurno.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

las estrellas por el meridiano. Este intervalo sideral se convierte en tiempo medio, que es la hora del paso por el meridiano.

Ejemplo. Determinar la hora del paso de Arcturo por el meridiano de La Paz, el 5 de junio de 1878.

A. R. de Arct. el 5 de junio	14 h.	10 m.	8 s.	74
Tpo. cid. ó sea A. R. del sol medio, á mediodía medio La Paz [a].	4	55	51	53
Int. sid. después de mediodía medio	9 h.	14 m.	17 s.	21
9 h. 14 m. 17 s. 21 sid. se convierten en tpo. m., restando (b)	—	1	30	80
Paso de Arcturo por el meridiano de La Paz, tpo. medio astronómico.	9 h.	12 m.	46 s.	41
¿A qué hora pasará Arcturo por el meridiano de La Paz				

(a) Este tpo. se obtiene del modo siguiente:

Tpo. sid. á mediodía m. en París	4 h.	55 m.	5 s.	32 sid.
Aumento del tpo. sid. en el trascurso de 4 h. 41 m. 19 s., longitud La Paz. .	+		46	21 sid.
Tpo, sid. á mediodía m. La Paz.	4 h.	55 m.	51 s.	53 sid.

[b] Por 9 h. sid se quitan.	1 m.	28 s.	466
Por 14 m. “		2	294
Por 17 s. “			46
	1 m.	30 s.	806

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

el 12 de junio? [7 días después] 3 m. 55″ 91×7 (a)...	— 27 31 37
Hora dem. tpo. m. astron.	8 h. 45 m. 15 s. 04

Cuando la ascensión recta de la estrella es menor que la ascensión recta del sol medio, se agrega 24 horas á la ascensión recta de la estrella, para efectuar la sustracción.

Ejemplo. Hallar la hora del paso de la Cabra por el meridiano de Greenwich el 12 de marzo de 1890.

	+24 h. (b)
A. R. de la Cabra el 12 de marzo....................	5 h. 8 m. 32 s. 96
Tpo. sid. á mediodía medio en Greenwich.............	—23 20 20 10
Int. sid. después de mediodía medio................	5 h. 48 m. 12 s. 86
5 h. 48 m. 12 s. 86 siderales se convierten en tpo. medio, restando	— 57 s. 04
Paso de la estrella tiempo medio astronómico........	5 h. 47 m. 15 s. 82

(a) Cada día las estrellas pasan por el meridiano 3 m. 55 s. 91 (tiempo sideral) más temprano que la víspera.

[b] Se añade, para hacer la sustracción posible.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ II Determinar las horas de la salida y entrada de los astros por medio de las diferencias ascencionales

Regularmente el terreno se halla afectado de ondulaciones y prominencias que ocasionan un retardo en la salida de los astros, y un adelanto en su entrada, de modo que el cálculo difiere de la observación.

En las llanuras dilatadas, v. g. en algunos lugares de la meseta de los Andes en que la vista del observador se tiende indefinidamente, sin obstáculo alguno, el cálculo se aproxima mucho á lo que nos da la observación.

En el mar, donde la superficie extensa y pulida, y por consiguiente sin obstáculo de ningún género, el horizonte es perfecto, y los cálculos de la salida y entrada de los astros coinciden admirablemente con la observación: de manera que dichos cálculos se aplican con mayor precisión en mar que en tierra.

A causa de la refracción de la luz los astros se hacen visibles en el oriente, y continúan siendo vistos después de ponerse debajo del plano del horizonte.

La salida *aparente* de un astro está indicada por el momento en que principia á hacerse visible en el horizonte, y su entrada aparente por el momento en que ha dejado de hacerse visible, al ponerse debajo del horizonte.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

La salida *real* de un astro está indicada por el momento en que llega al plano del horizonte, y su entrada real, también por el momento en que desciende al mismo plano.

Síguese de lo dicho que la salida aparente de los astros se efectúa más temprano que la salida real; y que la entrada aparente se efectúa más tarde que la entrada real.

Se llama *arco diurno* la porción del círculo que un astro describe sobre el horizonte.

El arco diurno *medio* es igual á la mitad de 360°=180°.

También el arco diurno se aprecia en tiempo.

El arco diurno *medio* en tiempo es igual á la mitad de 24 h.=12 h.

Arco *semidiurno* es la porción del círculo descrito por el astro, desde el horizonte hasta el meridiano: ó bien, la porción que recorre desde el meridiano hasta el horizonte.

La *magnitud aparente* del arco semidiurno es la porción recorrida desde el punto de su aparición hasta el meridiano: ó bien, desde el meridiano hasta el punto de su desaparición.

De aquí se sigue que la magnitud aparente es siempre mayor que la *magnitud real*.

Conocida la diferencia en grados que hay entre ambos arcos, se conoce el tiempo que media entre la salida aparente del astro y la salida real: ó bien, entre su entrada real y su entrada aparente, multiplicando por el número fijo 4.

Supongamos que la diferencia entre am-

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

bas magnitudes sea de 2°; el tiempo trascurrido entre la salida aparente y la salida real del astro será 2°×4=8 m. de tiempo.

Por medio del cálculo se determinan las magnitudes de ambos arcos.

Los astros de un hemisferio describen arcos diurnos mayores de 180° para los lugares terrestres situados en el hemisferio del mismo nombre. Por el contrario, describen arcos menores de 180° para los lugares geográficos situados en el hemisferio de distinto nombre.

El sol, por ejemplo, en el mes de junio, se halla en el hemisferio boreal, y describe por consiguiente arcos diurnos mayores de 180° para los países situados en el hemisferio austral. En el primer caso los días son mayores que las noches para los países que están al Norte del Ecuador; y en el segundo caso los días son menores que las noches para los lugares situados al Sud del Ecuador.

Se llama *diferencia ascencional* la cantidad que hay que agregar ó quitar de 90° para tener el arco semidiurno de un astro.

El arco semidiurno de un astro cualquiera es igual á 90°, más la diferencia ascencional.

Consecuencia. Luego conocida la diferencia ascencional de un astro, se conoce su arco semidiurno, añadiendo ó quitando de 90° dicha diferencia.

La diferencia ascencional es pues *aditiva* ó *sustractiva*. Es aditiva, cuando el observador y el astro se hallan en hemisferios de un mismo nom-

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

bre. Es sustractiva, cuando se hallan en hemisferios de distintos nombres.

Ejemplo I. La diferencia ascencional de Vega es de 49° para un observador situado en Marcella. ¿Cuál será el arco semidiurno de la estrella?—Vega y Marcella se hallan en el hemisferio boreal, esto es, en hemisferios de un mismo nombre; luego la diferencia escensional es *aditiva*, y el cálculo se practica de este modo.

Cuarto de círculo..................	90°
Diferencia dada....................	+ 49°
Arco semidiurno..................	139°

Luego Vega, para los habitantes de Marsella, describe un arco semidiurno de 139°. Su arco diurno será el duplo: 278°=18 h. 32 m. siderales.

Ejemplo II. ¿Cuál será la magnitud del arco semidiurno de Vega para los habitantes de Rio Janeiro, siendo la diferencia ascencional de 20°?

Vega se halla en el hemisferio boreal, y el Rio Janeiro en el hemisferio austral, esto es, el astro y el lugar se hallan en hemisferios de distintos nombres. Luego la diferencia es *sustractiva*, y el cálculo se practicará de este modo:

Cuarto de círculo..................	90°
Diferencia dada....................	— 29°
Arco semidiurno....................	70°

Luego Vega, describirá para el Rio Janeiro, un arco simidiurno de 70°. Su arco diurno será 70°×2=140°=9 h. 20 m. siderales.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

En la determinación de las horas por la salida y entrada de los astros, el poblema se reduce á averiguar cual es la diferencia ascencional del astro en un lugar y día dados; para lo que se procede del modo siguiente:

Determinar las horas de la salida y entrada del centro del sol, en París el 1° de enero de 1875.

Datos

Latit. de París.............. 48° 50′ N.
Decl. del sol el 1° de enero á
med. ver. en París... 23° 1′ N.

Radio: tang latitud 48° 50′::tang declin. 23° 1′: sen difer. ascencional.

Tang. 48° 50′.... 10. 05829
Tang. 23° 1′.... 9. 62820

Dif. ascens...... 9. 68649=sen 29° 4′. Reduciendo á tiempo, se tiene... 1 h. 56 m. 16 s.
Arco en 90° en tpo 6 h.

Arco semidiurno del sol en
tiempo...................... 4 h. 3 m. 44 s.
Retardo de 12 h. (tpo. ver.) 12 h.

Salida *real* del cent. del sol
tiempo verdadero.......... 7 h. 56 m. 16 s.

Salida *real* del centro del sol,
tiempo verdadero.. 7 h. 56 m. 16 s.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Ecuación calculada.........	+	3 m. 40 s.
Salida *real* del centro del sol, tiempo medio..............		7 h. 59 m. 56 s.
Adelanto por la refracción de la luz.................. [a]	—	4 m. 12 s.
Salida *aparente* del centro del sol, tpo. m. astronómico....		7 h. 55 m. 44 s.
Paso del sol por el meridiano á mediodía verdadero......		0 h. 00 m. 00 s.
Arco semidiurno en tiempo..		4 h. 3 m. 44 s.
Entrada *real* del centro, del sol tiempo verdadero........		4 h. 3 m. 44 s.
Ecuación calculada.........	+	3 50
Entrada *real* del centro, tpo. medio......................		4 h. 7 m. 34 s.

(a) Para calcular el tiempo de adelanto ó retardo del sol por la refracción de la luz, se calcula primero el arco semidiurno aparente, ó sea el ángulo horario en el momento de su salida aparente (cap. VII § II), y se tiene 61° 59''. En seguida se calcula el arco semidiurno real, que en el caso presente es igual á 90°, menos la diferencia ascencional encontrada: 90°—29° 4'=60° 56'. Luego se practica la operación de este modo

Arco semidiurno aparente................	61° 59'
Arco semidiurno real.....................	60° 56'
Diferencia............	1° 3'
	4
Adelanto por la refracción de la luz......	4 m, 12 sig.

En algunos tratados de astronomía se registran tablas que evitan el cálculo precedente.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Retardo por la refracción de luz........................ + 4 12

Entrada *aparente* del centro, tpo. medio astronómico..... 4 h. 11 m. 46 s.

Determinar las horas de la salida y entrada de Sirio, el 3 de noviembre de 1878, á bordo de una nave que se halla á los 26° 33′ 8″ de latitud Sud, y 34° 41′ de longitud O. de París. Altura del ojo del observador: 12 piés sobre el nivel del mar.

Datos

Latitud del lugar............... 26° 33′ 8″
Declinación de Sirio........... 16° 32′ 49″ 4 S.
R: tang. lat. 26° 33′ 8″:: tang. de declinación de Sirio 16° 32′ 49″: sen de diferencia ascensional.
Tang...... 26° 33′ 8″=9.69872
Tang...... 16° 32′ 49″=9.47291

Dif. ascens..............9.17163=sen 8° 32′ 17″ =34 m. 9 s. 13 siderales.
Arco de 90° en tiempo sid..... 6 h. 0 m. 0 s. 00
Diferencia ascens. en t. sid. 34 m. 9 s. 13

Arco semidiurno en tpo. sid. 6 h. 34 m. 9 s. 13

Arco semidiur. en tpo. m..... 6 h 33 m. 4 s. 56

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Paso de Sirio por el meridiano, tpo. m. astron. (a)	15 h.	46 m.	19 s.	95
Salida real de Sirio tpo. m. astronómico..............	9	13	15	39
Adel. por la refracción de la luz (b)................		— 2	55	85
Salida aparente de sirio, tpo. medio astronómico...	9 h.	10 m.	19 s.	54
Paso por el merid. tpo. m. astronómico..............	15 h.	46 m.	19 s.	95
Arco semid. en tpo. medio	6	33	4	56
Entrada real, tpo. m. astronómico................	22	19	24	51

[a] Con arreglo á lo que hemos expuesto anteriormente, este paso se calcula del modo siguiente:

A. R. de Sirio el 3 de noviembre........	6 h.	39 m.	49 s.	83
A. R. del sol med. á medio dia med......	14	50	54	42
Intervalo sid. después de mediod. med..	15	48	55	41
Paso de Sirio. tpo. m. astronómico.....	15 h.	46 m.	19 s.	95

(b) Para calcular la diferencia de tiempo que hay entre la salida real y la salida aparente de una estrella, y entre su entrada real y su entrada aparente, se calcula previamente el arco semidiurno aparente, como hemos dicho anteriormente, procediéndose en seguida del modo siguiente:

Arco semidiurno aparente............	99° 16'	22"
Arco semidiurno real [90°+8° 32' 17"]	98° 32'	17"
Diferencia.......	44	5
	×	4
Diferencia en tiempo sideral..........	2 m.	56 s. 20 t.
Diferencia en tiempo medio..........	2 m.	55 s. 85

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Retardo por la refracción de la luz..................	+	2	55	85
Entrada apar. de Sirio, t. medio astronómico........		22 h.	22 m.	20 s. 36

¿A qué hora saldrá Sirio 3 días después?

Salida aparente de Sirio el 3 de noviembre, tpo. medio astronómico..................		9 h.	10 m.	19 s. 54
3 m. 55 s. 91×3 días.......	—	11	47	73
Salida apar. el 6 de nov.....		8 h.	58 m.	31 s. 81

CAPITULO VII

Determinación de las horas por las alturas de los astros

§ 1 Correcciones de alturas

Se llama *altura* la distancia en grados desde el horizonte hasta el centro del astro. La mayor altura es al zenit: ella es de 90°.

Se llama *círculo vertical* el que pasando por el zenit y el centro del astro, cae perpendicular-

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

mente sobre el horizonte. Los círculos verticales, son infinitos: el meridiano es un círculo vertical.

La altura de los astros se toma en el círculo vertical con el sextante ú octante, ó con cualquier otro instrumento.

Tomada la altura se hacen las correcciones de refracción, paralaje y depresión del horizonte, teniéndose además en cuenta el error de índice del instrumento, como en los ejemplos siguientes:

El 27 de noviembre se ha tomado en el mar la altura del borde inferior del sol, de 47° 50′ 35″, hallándose el ojo del observador á los 12 piés de altura sobre el nivel del mar.

Determinar la altura verdadera del centro del sol y su distancia al zenit.

Altura instrumental del ☉	47° 50′ 35″
Error del octante	+ 24″
Altura observada del ☉	47° 50′ 59″
Depres. del horiz. por los 12 piés..	— 3′ 31″
Altura aparente del ☉	47° 47′ 28″
Semid. del sol el 27 de nov.........	+ 16′ 15″
Altura aparente del ☉	48° 3′ 43″
Refracción menos paral............	46
Altura verdadera del ☉	48° 2′ 57″
Cuarto de círculo	90°
Distancia al zenit.................	41° 57′ 3″

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Se ha tomado en el nivel del mar la altura de una estrella de 19° 37′ 12″. Hallar su altura verdadera y su distancia al zenit.

Altura instrumental...	19° 37′ 12″
Error de índice...	— 10″
Altura aparente de la estrella......	19° 37′ 2″
Refracción en el nivel del mar.....	— 2′ 42″
Altura verdadera..................	19° 34′ 20″
Cuarto de círculo.................	90°
Distancia zenital..................	70° 25′ 40″

Se ha tomado en la meseta de los Andes, á una elevación de 3850 metros sobre el nivel del mar, la altura de una estrella de 19° 37′ 12″. Hallar su altura verdadera y su distancia zenital.

Altura instrumental	19° 37′ 12″
Error de índice.................	— 10″
Altura apar. de la estrella..........	19° 37′ 2″
Refracción á la elev. de 3850 met. [a]	— 1′ 52″
Altura verdadera de la estrella.....	19° 35′ 10″
Cuarto de círculo	90°
Distancia zenital	70° 24′ 50″

(á) Esta refracción se obtiene del modo siguiente:

Refracción en el mar..........................	2′ 42″
Corrección por 3850 metros de elevación..........	— 50″
Refracción en la meseta de los Andes............	1′ 52″

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ II De los ángulos horarios

Angulo horario es la distancia angular que hay del centro de un astro al meridiano.

Así como las longitudes geográficas se cuentan sobre el ecuador, partiendo de un meridiano dado hasta el del lugar propuesto, del mismo modo los ángulos horarios se cuentan sobre el ecuador celeste, desde el plano del meridiano del lugar hasta el meridiano del astro.

Los ángulos horarios varían de un instante á otro: decrecen á proporción que se elevan sobre el horizonte, aproximándose al meridiano; crecen á proporción que descienden al horizonte, separándose del meridiano. El ángulo horario de un astro es nulo en el meridiano.

Los ángulos horarios se calculan en grados, que á su vez se convierten en tiempo.

Conocido el ángulo horario del sol, se tiene la hora del lugar en tiempo verdadero.

Explicación. Si me dicen que el ángulo horario del sol es de 30° al oriente, equivale á decir que el sol tardará 2 h. en llegar al meridiano, esto es, que estamos á 2 h. antes del medio día (10 de la mañana). Si me dicen que el ángulo horario del sol es de 15° también al oriente, equivale á decir que falta una hora para el medio día (11 de la mañana) Si finalmente me dicen que el ángulo horario del sol es de 45° al occidente, quiere decir que estamos á 3 h. *post meridiem*.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Los ángulos horarios trazados en los cuadrantes solares, corresponden á los ángulos horarios del sol.

Explicación. Haremos notar ante todo que las divisiones horarias de los cuadrantes equinocciales van de 15 en 15 grados.

Sentado esto, cuando la sombra del gnomón indica, por ejemplo, 3 h. antes del medio día [9 de la mañana], también el sol se halla á 3 h. de distancia antes de llegar al meridiano. Cuando el cuadrante indica las 12, la sombra y el sol se hallan en el plano del meridiano, y entonces el ángulo horario es 0. Finalmente, cuando la sombra después de haber recorrido 30°, por ejemplo, indica las 2, también el sol se halla á dos horas de distancia después de haber pasado el meridiano. Se ve pues, que los ángulos horarios, formados por la sombra del gnomón y la línea de las 12, representan los ángulos horarios del sol

Consecuencia Cuando se ha determinado en grados el ángulo horario de un astro se tiene la hora del lugar, como veremos más luego.

§ III Determinar los ángulos horarios de los astros

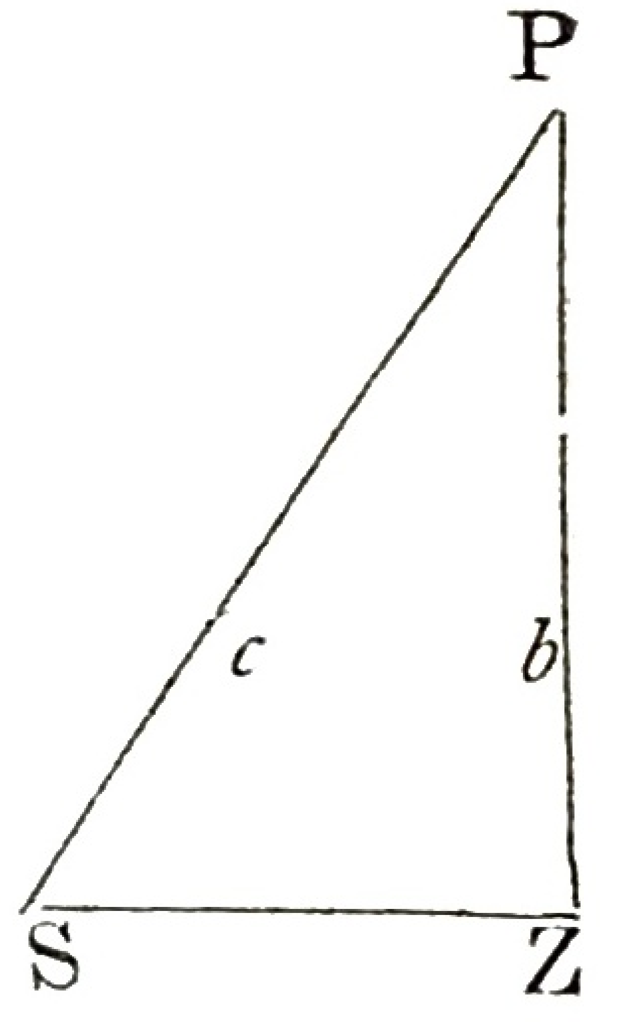
Siendo el ángulo horario la distancia que hay del centro de un astro al meridiano, el problema se reduce á determinar dicha distancia en grados.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Sea el ángulo horario del sol el que se trata de averiguar; para esto tenemos tres puntos en el cielo: centro del Sol, Zenit y Polo. Estos tres puntos, reunidos por otros tantos arcos, forman un triángulo P. Z. S.

El arco P. S, distancia del Polo al Sol, es igual á 90° $\pm$ la declinación del Sol.

El arco P. Z, distancia del Polo al Zenit, es igual á 90° menos la latitud del lugar. El arco Z. S, distancia del Zenit al Sol, es igual á 90° menos la altura del Sol.



Para mayor sencillez llamamos *b* al arco P. Z, y *c* al arco P. S, que ambos forman el ángulo polar P. Sea *p* la mitad de la suma de los tres arcos del triángulo.

El valor del ángulo horario se determina con el auxilio de la siguiente fórmula.

$$\text{Sen, } \tfrac{1}{2} \text{ Ang. hora} = \frac{\sqrt{\text{sen. } p-b \text{ sen } p-c.}}{\text{sen. } b. \text{ sen. } c.}$$

Procedamos á su análisis:

Sen. $p-b$ sen. $p-c$, quiere decir que el seno de la semi-suma p, menos el arco b, se ha de multiplicar por p, menos el arco c, para tener un producto.

Dividido sen. b sen. c quiere decir que el anterior producto se ha de dividir por el producto del seno de b, multiplicado por el seno de c, para tener un cociente.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

$\sqrt{\ }$ Este signo quiere decir que del anterior cociente se ha de extraer la raiz cuadrada, y esta raiz será la mitad del seno del ángulo horario en grados, que en seguida se convierte en tiempo. (a)

El 26 de mayo de 1842, por la tarde, se ha tomado en el mar la altura del borde inferior del sol, de 29° 40′ 30″. Hora en el cronómetro 4 h. 30 m. 18 s. Hallar la hora verdadera y la hora media, así como el error del cronómetro sobre el tiempo medio:

Datos

Latitud del lugar................	49° 55' N.
Long. del lugar, O. de París......	1° 15'
Elev. del ojo del observador......	10 piés

Hora astr. á bordo, el 26.......	4 h. 30 m. 18 s.
Long. del lugar en tpo........	+ 5 00
Hora astr. en París, el 26......	4 h. 35 m. 18 s.
Decl. el 26, á mediodía, en París..	21° 6′ 28″
Var. de decl. en 4 h. 35 m. 18 s...	+ 1 58
Decl. en el momento de la obs....	21° 8″ 26″ N
Dist. del Polo al Ecuador°......	90°
P. S, dist- del Polo al Sol........	68° 51′ 34″

(a) En los cálculos por logaritmos, las operaciones de multiplicar y dividir se convierten en sumar y restar; y la operación de extraer la raiz cuadrada se convierte en dividir por 2 ó en tomar la mitad.

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Latitud del lugar.................	49° 55
Dist. del Polo al Ecuador	90°
P. Z, dist. del Polo al Zenit......	40° 5′
Altura inst. del Sol..............	29° 40′ 30″
Error de índice...................	+ 3 40″
Altura observ. del Sol............	29° 44′ 10″
Depresión por 10 piés............	— 3 12
Altura apar. del ○̲	29° 40′ 58″
Semidiámetro del Sol............	+ 15 49
Altura aparente del ⊖.........	29° 56′ 47″
Refrac. menos paral del Sol......	— 1 34
Alt. ver. del ⊖	29° 55′ 13″
Dist. del zenit al horizonte......	90°
Z. S. dist. del zenit al Sol......	60° 4′ 47″

P. S........ 68° 51′ 34″ $= b$
P. Z........ 40° 5′ $= c$
Z. S........ 60° 4′ 47″

Suma...... 169° 1′ 21″
$\frac{1}{2}$ suma..... 84° 30′ 40″ $= p$

p........ 84° 30′ 40″	p 84° 30′ 40″
$-b$........ 68° 51′ 34″	$-c$ 40° 5′
15° 39′ 6″	44° 25′ 40″

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Sen	15° 39′ 6″........	19.43102 (a)
Sen.........	44° 25′ 40″......—	19.84510
		39.27612
Sen. *b* sen. *c* [b]················		19.77856
Residuo......................		19.49756

La mitad...................... 9.74878. Esta cifra corresponde al seno de 34° 6′ 32″, que es la mitad del ángulo horario.

½ Angulo horario............	34°	6′	32″
Ang. horar. en grados.......	68°	13′	4″
Ang. horar. tpo. verd........	4 h.	32 m.	52 s.
Ecuación del tiempo.........	—	3	19
Hor. calculada en tpo. m....	4 h.	29 m.	33 s.
Hor. en el cronómetro........	4	30	18
Adelanto del cronómetro......			45 s.

El 9 de junio de 1878, en el mar, se ha observado á Régulo hacia el occidente. a la altura de 20° 22′ 9″. Hora en el cronómetro 9 h. 43 m. 58 s. Determinar la hora del tiempo medio y conocer el estado del cronómetro:

(a) En esta cifra, así como en la siguiente, se agrega una decena á la caracteríztica.

(b) El seno del arco b multiplicado por el seno del arco c se obtiene del modo siguiente:

Seno b, esto es, 68° 51′ 34″............	=9.96974
Seno c, esto es, seno de 40° 5′..............	=9.80882
Seno b. seno c............................	=19.77856

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Datos

Lat. del punto de obsev....	32° 12′ 10″ N.
Long. de id. en grados, O. de París..................	30 28
Long. de id. en tiempo.....	2 h. 4 m. 52 s.
A. R. del sol med. á mediod. en París el 9, tpo. sideral..	5 h. 10 m. 51 s.56
A. R. del sol med. á mediod. del lugar, tpo. sideral (a)...	5 h. 11 m. 12 s.07
A. R. del Régulo el 9 de junio........................	10 h. 1 m. 54 s.13
Declinación de Régulo el 9 de junio..................	12° 33′ 40″ N.

Declinación de Régulo......	12° 33′ 40″
Dist. del Polo al Ecuador..	90°
P. E. (b)....	77° 26′ 20″

Latitud del lugar..........	32° 12′ 10″
Dist. del Polo al Ecuador..	90.
P. Z.. ..	57° 47′ 50″
Altura instrumental.......	20° 22′ 09″

[a] Este dato se obtiene del modo siguiente:

A. R. del sol med á med. med. en París:	5 h. 10 m. 51 s. 56 sid
Aum. de A. R. del sol en 2 h. 4 m. 52 s.	20 51
	5 h. 11 m. 12 s. 07

(b) Distancia del Polo á la estrella.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Error de índice...	+ 1′ 33″
Altura aproxim...........	20° 23′ 42″
Depresión por 12 piés......	— 3′ 31″
Altura apar. de la estrella..	20° 20′ 11″
Refracción de la luz.......	— 2′ 31″
Altura verd. de la estrella..	20° 17′ 40″
Dist. del zenit al horiz.....	90°
Z. E........	69° 42′ 20″

P. E...	77° 26′ 20″
P. Z....	57° 47′ 50″
Z. E....	69° 42′ 20″
Suma...	204° 56′ 30″
Semisu.	102° 28′ 15″

Semisuma	102° 28′ 15″
— P. Z...	57° 47′ 50″
	44° 40′ 25″
Semisuma	102° 28′ 15″
P. E. ...	77° 26′ 20″
	25° 1′ 55″

Sen.... 44° 40′ 25″	=19.84699
Sen.... 25° 1′ 55″	=19.62647
	39.47346
Sen b sen c (a).....	=19.91694
	19.55652

[á] Esta cifra es producto de los senos de los arcos P. E. y P Z. y se obtiene del modo siguiente:

Sen P. E. esto es, sen de 77° 26′ 20″.....	=9.98948
Sen P. Z. esto es, sen de 57° 47′ 50″......	=9.92746
Sen b, sen c............	19.91694

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

9.77826. Esta cifra corresponde al seno de 36° 52′ 49″, que es la mitad del ángulo horario.

½ Angulo horario....	36°	52′	49″	
Ang. hor. en grados..	73°	45′	38″	
Ang. horar. tpo. sid..	4 h.	55	2 s	32 ter.
Ang. horar. en tpo. medio..............	4	54	14	19
Pasa de Régulo, tpo. medio astronómico (a)	4	49	54	97
Hor. demandada, tpo. medio astronómico..	9 h.	44 m.	9 s.	16
Hor. en el cronómetro	9	43	58	
Atraso del cronómero........			11 s.	16

Determinar las horas de la salida y entrada de los astros por medio de los ángulos horarios

En el cap. II § II hemos expuesto el mo-

(a) Esta hora se calcula del modo siguiente:

A. R. de Régulo el 9 de junio	10 h.	1 m.	54 s.	13
Tiempo sideral, ó sea A. R. del sol medio á mediod. med. del lugar................	5	11	12	7
Intervalo sideral después de mediod. med.	4 h.	50	42	6
Paso de Régulo tpo. medio astronómico	4 h.	49 m.	54 s.	97

El ángulo horario se suma con la hora del paso, porque dicho ángulo se halla al occidente.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

do de determinar las horas de las salidas y entradas de los astros, por medio de las diferencias ascencionales. Al presente vamos á resolver el mismo problema, por medio de los ángulos horarios.

Estos cálculos se practican con mayor precisión en el mar que en la tierra, por lo bien definido de su horizonte.

Para tener las horas de las salidas y entradas de los astros por este nuevo método, hay necesidad de determinar las distancias zenitales.

La distancia zenital del sol en el momento de la aparición ó desaparición de su centro es igual á $90°+33' \; 37''$ (refracción horizontal, menos la paralaje).

La distancia zenital del centro del sol, en el momento de la aparición de su borde superior, es igual á $90°+33' \; 37''$ más el semidiámetro del sol.

La distancia zenital del centro del sol en el momento de la aparición ó desaparición de su borde inferior es igual á $90°+33' \; 37''$, menos el semidiámetro del sol.

Para calcular la declinación del sol, basta tomar al simple cálculo la hora que más se aproxime á la hora del tiempo verdadero.

Esta hora es la que se llama *hora presumida*.

El error de un cuarto de hora en la hora presumida, afecta un poco al ángulo horario calculado.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Si se trata de determinar las horas por las salidas y entradas aparentes de las estrellas, basta añadir al arco de 90° la refracción horizontal; la suma indica la distancia zenital de la estrella.

Cuando estos cálculos se hacen en el mar, que es lo más común, debe tenerse en cuenta la depresión del horizonte.

Determinar las horas de la salida y entrada del centro del sol en París el 1.° de enero de 1875:

Datos

Latitud de París.... 48° 50′ N.
Declinación del sol á
mediod. verdadero.. 23° 1′ S.
Refracción horizontal,
menos la paralaje.... 33′ 37″

Dist. del Polo al Ecua
dor................ 90°
Declinación del sol + 23° 1' S.

P. S...113° 1′

Dist. del polo al ecua
dor................ 90°
Latitud de París.... 48° 50″

P. Z............... 41° 10

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Dist. del zenit al horizonte.............	90°
Refrac. menos paralaje.................	+ 33' 37''
Z. S...............	90° 33' 37''

P. S. = 113° 01'
P. Z. = 41° 10'
Z. S. = 90° 33' ½

Suma..244° 44' ½
Semis..122° 22' ¼

Semisuma 122° 22' ¼
—P. S... 113° 1'

9° 21' ¼

Semisum. 122° 22' ¼
--P. Z... 41° 10'

81° 12' ¼

Sen. 9° 21' ¼ = 19.21095
Sen. 81° 12'' ¼ = 19.99487

39.20582
19.78236 (a)

19.42346

½ Ang. horario 9.71173. =	Sen 30°	59' ½	
Angulo horar...............	61°	59'	

Ang. horar. en tpo. verdadero 4 h. 7 m.56 s.
Medio día verdadero...........12

[a] Seno del arco P. S. multiplicado por el seno del arco P. Z.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Salida aparente del centro del sol, tpo. verdadero...	7 h.	52 m.	4 s.
Ecuación del tpo.........	+	3	40
Salida aparente, tpo. medio astronómico.........	7 h.	55 m.	44 s.
Ang. horar. en tpo. verd.	4 h.	7 m.	56 s.
Ecuación del tiempo.....	+	3 m.	50 s.
Entrada ap. tpo. m. astr.	4 h.	11 m.	46 s.

Ambos métodos dan un mismo resultado. (Véase el cálculo, cap. VI § II).

Para manifestar la exactitud de estos cálculos, vamos á poner el mismo ejemplo que pusimos al tratar de la salida y entrada de las estrellas, por medio de las diferencias ascencionales.

Determinar las horas de la salida y entrada de Sirio en el mar, el 3 de noviembre de 1878:

Datos

Latitud del lugar.........	26°	33′	08″ S.
Long. de id. en tpo., O. de París.....................	2 h.	58 m.	40 s.
Declinación de Sirio el 3 de noviembre...............	16°	32′	49″ 4 S.
Depres. del horiz á 12 piés		3′	31″

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Refrac. horiz.............	33′ 47″ 9
Dist. del Polo al Ecuador	90°
Declinación de Sirio......	16° 32′ 49″
P. E.	73° 27′ 11″

Dist. del Polo al Ecuador	90°
Latitud del lugar.........	26° 33′ 8″
P. Z.	63° 26′ 52″

Dist. del zenit al horizonte	90°
Refracción horizontal....	33′ 48″
Depresión por 12 piés....	3′ 31″
Z. E.	90° 37′ 19″

P. E.	73° 27′ 11″
P. Z.	63° 26′ 52″
Z. E.	90° 37′ 19″
Suma	227° 31′ 22″
½Suma	113° 45′ 41″

½ Suma.....	113° 45′ 41″
−P. E.....	73° 27′ 11″
	40° 18′ 30″
½ Suma.....	113° 45′ 41″
−P. Z.....	63° 26′ 52″
	50° 18′ 49″

Sen.40°18′30″=19.81083

Sen.50°18′49″=19.88624

39.69707

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Sen. P. E. sen.
P. Z.........19.93321

19.76386

½ Ang. hor.....9.88193=Sen. 49° 38′ 11″
Ang. hor. en grados... 99° 16' 22″
Ang. hor. en tpo. sideral 6 h. 37 m. 5 s. 22 ter.

Ang. hor. en tpo. med.. 6 h. 36 m. 0 s. 41 cent
Paso de Sirio, tpo. m.
astronómico (a).........15 46 19 95

Sal. ap. tpo. medio astr. 9 h. 10m.19 s. 54

Hora del paso, tpo. m. astr. 15 h. 46 m. 19 s. 95
Angulo horar. en id. id.... 6 36 0 41

Entrada apar. tpo. m. astr. 22 h. 22 m. 20 s. 36

Por medio de las diferencias ascencionales hemos obtenido el mismo resultado, sin que haya diferencia de un centécimo de segundo. [Cap. VI § II.]

(a) Esta hora se obtiene del modo siguiente:

× 24 h.
A. R. de Sirio el 3 de noviembre.. 6 h. 39 m. 49 s. 83
A. R. del sol, med. á med. med. del
lugar..........— 14 h. 50 m, 54 s. 42

Interv. sid. después de med........ 15 48 55 41

Paso de Sirio, tpo. m. astronómico 15 h. 46 m. 19 s. 95

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

CAPITULO VIII

Del azimut

§ I. Azimut de los objetos terrestres Azimut de los astros

Azimut, ó más propiamente, ángulo azimutal de un objeto terrestre es el ángulo horizontal formado por dos visuales: la una en dirección de la línea Norte-Sud; y la otra en dirección del objeto. Crece hasta los 180°.

Conocido el azimut de un objeto, es fácil colocar el anteojo meridiano en dirección de la línea Norte-Sud.

Explicación. Supongamos que tengo la vista hacia el Sud, y que al lado del S. E. y á una milla de distancia se levanta un campanario.

Me dicen que el azimut de este campanario es de 42° 15′ ¿qué haré para colocar el anteojo en la línea Norte-Sud?

Procedimiento. Principio por dirigir una visual al remate del campanario, de modo que el punto de intersección de los hilos vertical y horizontal coincida con la cúspide de la torre; luego haré girar el anteojo hacia el Sud, hasta que la alidada móvil recorra 42° 15'. Hecho esto, el anteojo quedará colocado en la línea meridiana.

Colocado el anteojo en la dirección Norte-Sud, es fácil medir el azimut de cualquier objeto terrestre.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Procedimiento. Para esto hago girar el anteojo hacia el obgeto cuyo azimut deseo conocer; y los grados que hubiere recorrido la alidada móvil serán la medida del ángulo que se quiere conocer.

Azimut de los astros es el ángulo formado por el plano del meridiano y el círculo vertical que, pasando por el centro del astro, termina en el horizonte.

La medida del ángulo azimutal de un astro es el arco del horizonte, comprendido entre la línea Norte-Sud y el pié de dicha vertical.

El azimut de un astro se toma al lado del polo visible: es decir, que en el hemisferio boreal se toma hacia el Norte, y en el hemisferio austral hácia el Sud.

El azimut de los astros varía de un momento á otro. Se le determina por medio del cálculo. Conocido el azimut de un astro, se conoce el ángulo azimutal de los objetos terrestres.

Para calcular el azimut del sol en un momento dado, se hace coincidir uno de sus bordes, superior ó inferior, con el punto de intersección de los hilos vertical y horizontal del anteojo.

Si se trata de tomar el azimut de una estrella se hace coincidir con el mismo punto de intersección de los hilos.

El azimut del sol se toma por la mañana ó por la tarde, ó en general, cuando los astros tienen poca altura sobre el horizonte, v. g. de 15° á 30°.

Tomada la altura del astro y anotada la

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

hora del cronómetro, se deja el anteojo inmóvil hasta hallar el azimut por medio del cálculo.

En el mar se toman las alturas por medio de los instrumentos de reflexión.

El azimut de los astros se determina, lo mismo que los ángulos horarios, por medio del triángulo P. Z. S, con la diferencia de que el vértice del azimut se halla en el zenit formado por los arcos P. Z., Z. S., mientras que el vértice de los ángulos horarios se halla en uno de los polos, formado por los arcos P. S., P. Z.

Hallado el azimut se hace girar el anteojo hacia el N. ó hacia el Sud, según el hemisferio en que se encuentre el observador, tantos grados cuantos sean los indicados por el cálculo. Hecho esto, el anteojo quedará en la dirección de la línea Nor-Sud, y se sabrá el momento del paso de los astros por el meridiano.

El 26 de mayo de 1842, á 4 h. 35 m., por la tarde, se ha tomado en el mar la altura del borde inferior del sol, de 28° 46'. Hallar el azimut:

Datos

Latitud del lugar............	49° 56' N.
Longitud de id. en tiempo, O. de París...	5 m. 2 s.
Altura instrum.............	28° 46'
Elevación del ojo...........	12 piés.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Hora astr. á bordo...... 4 h. 35 m. 00 s.
Longitud O............ + 5 2

Hora astr. en París...... 4 h. 40 m. 2 s.

Declin. calculada....... 21° 8' 28'' N.
Dist. del Polo al Ecuador 90°

P. S. 68° 51' 32

Latitud del lugar....... 49° 56'
Dist. del Polo al Ecuador 90°

P. Z. 40° 4'

Altura instr............ 28° 46' 00''
Error de índice......... — 1' 10''

Altura observada.. 28° 44' 50''

Altura observada.................. 28° 44' 50''
Depresión por 12 piés............. 3' 31''

Altura apar. del ☉ 28° 41' 19''
Semidiámetro + 15' 49''

Altura apar. del ☉.............. 28° 57' 8''
Refrac. menos paralaje............ — 1' 37''

Altura verd. del ☉ 28° 55' 31''

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Distancia del zenit al horiz........ 90°

Z. S. 61° 4' 29''

P. S..	68° 51' 32''	½ Suma....	85°
P. Z..	40° 4'	—P. Z....	40° 4'
Z. S..	61° 4' 29''		44° 56'
Suma.	170° 00' 01''		
½ Suma	85° 00' 00''	½ Suma....	85°
		—Z. S....	61° 4' 29''
			23° 55' 31''

Sen.... 44° 56' 00''=19.84898
Sen.... 23° 55' 31''=19.60803

39.45701
Sen.. P. Z. s. Z. S. 19.75080

19.70621
½ Angulo azimutal.. 9.85310=45° 29' 10''
½ Angulo zimutal.... 45° 29' 10''
Angulo azimutal..... 90° 58' 20''
Azimut..... 90° 58' 20'' N. O.

§ II Determinar la variación de la aguja magnética

El meridiano astronómico forma casi siempre con el meridiano magnético un ángulo que,

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

según los lugares, unas veces está al E. y otras al O.

Colocado el anteojo en dirección de la línea meridiana, se conoce á la simple vista el desvío ó azimut de la aguja magnética.

En efecto, supongamos que el anteojo está en dirección al S. y que el 0° de la alidada móvil coincida con el 0° del limbo horizontal; que la aguja esté desviada al O. señalando 9° 58'. Este será el desvío de la brújula.

Como los ángulos opuestos al vértice son iguales, también el otro extremo de la aguja que mira al N. indicará un desvío igual hacia el lado del E.

El desvío de la aguja varía de un lugar á otro, de un año á otro, de un día á otro y de una hora á otra.

El 1° de enero de 1886, á horas 8 de la mañana, la variación de la aguja en La Paz era de 10° 27' S O; ó tomando su ángulo opuesto 10° 27' N E.

§ III. Determinar el desvío del anteojo meridiano

Ya hemos dicho que para tomar la altura del sol debe buscarse en el momento en que uno de sus bordes, superior ó inferior, coincida con el punto de intersección de los hilos horizontal y vertical del anteojo. Mas esto no deja de ofrecer dificultad en la práctica; pues que á causa

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

del movimiento oblícuo de los astros con relación al horizonte, es difícil colocar con la debida precisión en el punto expresado de intersección. Este inconveniente extensivo, á los demás astros, produce en el cálculo de azimut un error, si bien ligero, que afecta en la colocación del anteojo.

Para rectificar, pues, cualquier desvío del anteojo, y colocarlo con una precisión matemática, los astrónomos se valen del procedimiento que vamos á expresar.

Antes de esto, puede uno informarse fácilmente si el anteojo está afectado ó nó de algún desvío, y en qué sentido.

Para lo que se calcurá la hora del paso de una estrella por el meridiano del lugar, (Cap. VI § I.); luego por medio de un cronómetro bien arreglado, se observará con el anteojo la hora del paso de la estrella.

Si no hay diferencia entre la hora calculada y la hora observada, el anteojo estará en el mismo plano del meridiano.

Si la estrella pasa por el hilo vertical más temprano que la hora designada en el cálculo, será prueba de que el anteojo se halla desvíado hacia el E.

Si por el contrario la estrella pasa más tarde que la hora designada por el cálculo, el anteojo estará desvíado hacia el O.

¿Cuál será la cantidad del desvío? Es lo que vamos a determinar con todo el rigor matemático

Obsérvese con el anteojo el paso de dos

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

estrellas [tiempo sideral] que difieran notablemente en declinación (al ménos en 60°), y poco en ascensión recta. Tómese la diferencia de ambos pasos.

Calcúlese las ascenciones rectas de ambas estrellas por medio de las Efemérides. Tómese también su diferencia.

Si ambas diferencias son iguales, el instrumento estará en el mismo plano del meridiano.

Si no son iguales, se practicarán una sustracción, y se tendrá un residuo entre ambas diferencias.

Si la segunda diferencia es mayor que la primera, al residuo se le pondrá el signo +; sí es menor, se le pondrá el signo—.

El residuo con el signo + indica que el desvío del anteojo es hacia el noroeste por un extremo, y sudeste por el otro. El residuo con el signo—indica que el anteojo está hacia el nordeste por un extremo, y sudeste por el otro.

Se suman en seguida las siguientes cifras: logaritmo del residuo entre ambas diferencias, logaritmo seno de la distancia polar de la estrella más alta, logaritmo seno de la distancia polar de la estrella más baja, logaritmo cosecante de la suma ó diferencia de las distancias polares de ambas estrellas (a), y logaritmo secante de la latitud del lugar.

(a) Se suma, cuando la una estrella se observa en el paso superior, y la otra en el inferior; se resta, cuando las dos estrellas se observan en el paso superior.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

La suma, quitadas las decenas de la característica, indica el logaritmo del desvío en azimut del anteojo; el cual desvío se le reducirá á arco, multiplicando por 15, y se tendrá un producto.

Si el desvío del anteojo fuese oriental, se le hará recorrer hacia el oeste tantos grados cuantos indique el producto encontrado.

Si el desvío fuese occidental, se hará recorrer el anteojo hacia el lado del E. los grados ó la cantidad que indique dicho producto.

El anterior procedimiento se halla enunciado de un modo más sencillo en la siguiente fórmula:

Llamando d al resíduo entre ambas diferencias, P. P'. (a) las distancias polares de las estrellas alta y baja, l la latitud del lugar, tendremos el desvío del anteojo igual

$$d \text{ sen. } P. P'. \text{ cosec. } (P \mp P') \text{ sec. } l$$

Ejemplo. El 18 de marzo de 1834, en Greenwich se observaron los pasos de las estrellas Cephei 51 (Hev] alta y Sirio baja. Hallar el azimut ó desvío del anteojo.

	Hora del paso observ.			
Estrella alta, Cephei 51	6 h	20 m.	59 s.	
Baja, Sirio	6	38	30	88
1ª Diferencia		17 m.	31 s.	88

[a] Se ponen estas letras, á falta de las equivalentes del alfabeto griego. (NOTA DE LOS EDITORES).

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

	A. R. aparente.
Cephei 51.............	6 h. 20 m. 19 s. 61
Sirio..................	6 37 49 76
2ª Diferencia...........	17 m. 30 s. 15
1ª Diferencia de pasos.. observ..................	17 31 s. 88
Residuo entre ambas dif.	— 1 s. 73 (a)

$d=$	1 s. 73	log.	0.23805
Cephei 51 $P.=$	2° 43′ 50″	sen.	8.67796
Sirio..$P.=$	106° 29′ 50″	sen.	9.98174
$(P.-P'.)=$	103° 46′ 00″	cosec.	0.01266
$l=$	51° 28′ 39″	sen.	0.20564
	0,″ 131	log.	9.11605
	× 15		
	1″ 965.		

Desvío del anteojo, del S. al O.

[a] El resíduo lleva el signo—, porque la segunda diferencia es menor que la primera; por consiguiente el desvío del anteojo es del S. al O., ó lo que es lomismo, del N. al E. por el lado opuesto.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

CAPÍTULO IX.

Longitudes geográficas

§ I. Métodos para su determinación

Se llama *longitud geográfica* la distancia en grados ó tiempo que hay desde un meridiano que se toma por punto de partida hasta un lugar propuesto.

Los meridianos que generalmente se toman por punto de partida son el de París y el de Greenwich.

La longitud se mide por el arco del ecuador comprendido entre el meridiano inicial y el del lugar propuesto: es oriental ú occidental, según la situación del lugar cuya longitud se busca. Se cuenta desde 0 grados hasta 180°.

La resolución del problema de las longitudes se reduce á hallar la diferencia de horas entre dos lugares en un momento dado.

Entre dos distintos métodos el más sencillo es el que se deduce de las observaciones de los eclipses de los satélites de Júpiter. Principiaremos por hacer algunas observaciones al respecto.

Proyectándose las sombras de los planetas al lado diametralmente opuesto al sol, es en este sentido que se efectúan las inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter. A fin de reconocer fácilmente el lugar en que se verifican dichos fenómenos, haremos notar:

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

1° Antes de la oposición, es decir, durante todo el tiempo en que Júpiter pasa el meridiano por la mañana, la sombra está situada al occidente del planeta, verificándose en este lado las inmersiones y emersiones.

2° Después de la oposición de Júpiter, cuando pasa el meridiano antes de media noche, es siempre al oriente del planeta donde se encuentran los satélites que deben entrar en la sombra, ó que deben salir de ella.

Las apariencias serán contrarias, si se hace uso de un anteojo que invierta los objetos.

3° Antes de la oposición, no se pueden ver sino las inmersiones del primer satélite, y después de la oposición solo pueden ser observadas las emersiones: generalmente sucede lo mismo con el segundo satélite. No obstante, acontece algunas veces que se puede observar la inmersión y emersión.

Tomaremos por norma del cálculo el siguiente ejemplo:

La inmersión del primer satélite anunciado por las Efemérides de París para el 15 de abril de 1890, á 15 h. 10 m. 24 s., ha sido observada en la Asunción [Paraguay], á 11 h. 10 m. 23 s.

¿Cuál será su longitud?

Hora en París................	15 h.	10 m.	24 s.
Hora en la Asunción.........	11	10	23''
Long. en tiempo............	4	00	1
Long. en grados............	60°	00'	15''

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

El método recomendado por los astrónomos para la resolución del problema que nos ocupa, es el que se deduce de las distancias lunares. Solo nos limitaremos á dar una idea de él.

El 10 de enero de 1878, á 16 h. 15 m. 37 s. se ha tomado en el mar la distancia de la luna á Polux, de 96° 28' 8''. ¿Cuál será la longitud de la nave?

Como las distancias de la luna á los astros varían de un momento á otro, la resolución del problema se reduce á saber la hora del meridiano inicial en el momento en que la distancia de la luna á Polux es de 96° 28' 8''.

Por el cálculo se obtiene 17 h. 5 m. 36 s. Luego tenemos:

Hora á bordo................	19 h.	15 m.	37 s.
Hora en París...............	17	5	36
Long. buscada..............		49 m.	59 s.

Este resultado no es más que aproximado; para hacer la corrección, la distancia lunar se debe reducirla á la verdadera, esto es, á la distancia que se habría obtenido si la observación se hubiera hecho desde el centro de la tierra. Este segundo cálculo no deja de ser complicado.

El método recomendable por su sencillez es el que se deduce de la observación del paso de la luna por el meridiano del lugar. (Véase el Conocimiento de los Tiempos).

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Hoy, con la invención del telégrafo, el problema de las longitudes se resuelve fácilmente y con la precisión deseable.

He aquí como:

La velocidad del fluido eléctrico es de 140 mil leguas por segundo, ó lo que es lomismo, en medio segundo recorre un espacio 8 veces mayor que la circunferencia de nuestro globo: De manera que podemos considerar como instantáneas las comunicaciones de señas telegráficas entre los lugares más apartados de la tierra.

Sentado esto, supongamos que á mediodía medio en Greenwich, se ha comunicado por telégrafo una seña á Berlín, momento en que el péndulo del observatorio de esta ciudad indicaba 0 h. 53 m. 34 s. 9 ¿Cuál será la longitud de Berlín?

Hora en Greenwich...	0 h.	0 m.	0 s.	0
Hora en Berlín............	0	53	34	9
Long. en tiempo..........	0 h.	53	34	9
Long. en grados............	13°	23'	44''	4

Cuando dos objetos terrestres se presentan á la vez á la vista del observador, como los picos del Illampu é Illimani, la longitud que media entre ambos puntos puede determinarse por procedimientos trigonométricos, con todo el rigor del cálculo.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ II Reducir las longitudes geográficas á otro meridiano

Regla. Cuando las longitudes son de un mismo nombre con relación al lugar de la pregunta, se suman las longitudes; cuando son de diferente nombre, se restan, y el resultado indica la longitud buscada.

Ejemplos. Un navío indica 37° 55' de longitud O de Greenwich ¿cuál será la longitud, contada desde el meridiano de París?

Como el navío está al O. de Greenwich, y Greenwich, también al O. de París, las longitudes tienen un mismo nombre; por consiguiente se suman, y la operación se practica del modo siguiente:

Long. del navío.........	37° 55' O. Green.
Long. de Greenwich......	2° 20' O. París.
Long. buscada....	39° 75' O. París

Un navío indica 49° 58' O. de Greenwich ¿cuál será la longitud contada desde el observatorio de Roma?

Como el navío y Greenwich tienen las longitudes occidentales respecto de Roma, se suman estas, practicándose la operación de este modo:

Long. del navío............	49° 58' O. Green.
Long. de Roma.............	12° 29' E. id.
Long. del navío	62° 27' O. Roma.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Un navío indica 167° 48' de longitud E. de San Petersburgo: ¿cuál será la longitud, contada desde París?

Como el navío y San Petersburgo tienen las longitudes orientales respecto de París, se suman: porque, como en los casos anteriores, son del mismo nombre, y la operación se practica de este modo:

Long. del navío...... 167° 48' E. San Petersb.
Long. de San Petersb. 27° 59' E. París.

195° 47'
360°

Long. del navío..... 164° 13' O. París.

La mayor longitud es de 180°, y así 195° 47' al E. equivale á 164° 13' al O., como lo manifiesta el anterior resultado.

Un navío indica 4° 28' de longitud, O. de Nápoles ¿cuál es su longitud, contada de París?

Como el navío se halla al E. de París y al O. de Nápoles, las longitudes son de nombres distintos; por consiguiente se restan, y el residuo indica la longitud buscada.

Long. del navío........... 4° 28′ O. Nápoles
Id. en Nápoles............ 11° 55′ E. París

Long. del navío........... 7° 27′ E. París

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

CAPITULO X

Latitudes geográficas

§ I Altura del ecuador. Modo de determinar las latitudes

Latitud geográfica es la distancia de un lugar al ecuador. La mayor latitud es á los polos: ella es de 90°.

La latitud puede ser boreal ó austral, según el emisferio en que se encuentra el lugar.

Para determinar la latitud de un lugar, debe tomarse la altura de un astro cualquiera, en el momento de su paso por el meridiano, para tener en seguida la altura del ecuador, y en seguida la latitud.

En Astronomía se llama *altura del ecuador* el arco del meridiano comprendido entre el horizonte y el ecuador.

La altura del ecuador, es igual á la altura meridiana de un astro cualquiera $\pm$ su declinación.

La declinación es *aditiva*, cuando el astro tiene menor altura que el ecuador; es *sustractiva*, cuando tiene mayor altura que el ecuador.

Ejemplo I. El 21 de junio se ha tomado en Valparaiso la altura meridiana del sol, de 33° $\frac{1}{2}$, siendo su declinación (boreal) de 23° $\frac{1}{2}$. Hallar la altura del ecuador.

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

El sol por junio tiene para Valparaiso menor altura que el ecuador, porque está más distante al zenit; luego la declinación es *aditiva*, y la operación se practicará de este modo:

Alt. del sol á med. verd............ 33° ½
Declinación á med. verd..........+ 23° ½

Alt. del ecuador sobre el horiz...... 57°

Ejemplo II. El 22 de noviembre se ha tomado en Valparaiso la altura meridiana del sol, de 77°, siendo su declinación [austral]de 20°. Hallar la altura del ecuador.

El sol en noviembre tiene para Valparaiso mayor altura que el ecuador, porque está más próximo al zenit; luego la declinación es sustractiva.

Altura del sol á med. verd.......... 77°
Declinación.........................— 20°

Altura del ecuador.................... 57°

Conocida la altura del ecuador se conoce la latitud por medio de las dos reglas siguientes:

Regla primera. La latitud de un lugar es igual á 90°, menos la altura del ecuador.

Ejemplo. Dada la altura del ecuador sobre el horizonte en Valparaiso, hallar la latitud:

Cuarto de círculo.................... 90°
Altura del ecuador.................— 57°

Latitud de Valparaiso.................. 33°

Regla segunda. Cuando el zenit del lugar se halla entre el astro y el ecuador, á la altura

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

del astro se añade su declinación, y el exceso sobre 90° indica la latitud del lugar.

Ejemplo. Se ha tomado en Valparaiso la altura meridiana de *á* de Argos, de 70° ½. Hallar la latitud:

Altura Argos..........................	70° ½
Declinación...........................	52° ½
Suma..................................	123°
Cuarto de círculo.....................	—90°
Latitud de Valparaiso.................	33°

Para hallar la latitud de un lugar con la precisión deseable, se toma por tipo uno de los cálculos que ponemos á continuación.

El 21 de mayo de 1878, en el momento del paso del sol por el meridiano, se ha observado en La Paz, con el sextante, la altura del borde inferior del astro, de 52° 59' 20''. Hallar la latitud: longitud al O. de París 70° 19' 48''; error de índice—7''.

Altura inst. del borde inf..........	52° 59′ 20″
Error de índice.....................	— 7″
Alt. aproxim. del borde inf.........	52° 59′ 13″
Semid. del sol, 21 de mayo..........	+ 15′ 50″
Alt. aproxm. del centro del sol.....	53° 15′ 03″

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Refracción, menos la paralaje (á)....	— 26″
Alt verdadera del centro del sol....	53° 14′ 37″
Declinación boreal á med. verd... +	20° 15′ 25″
Alt del ecuador sobre el horiz.......	73° 30′ 02″
	90°
Lat. de La Paz, plaza principal....	16° 29′ 58″

El 1° de marzo de 1881 se ha tomado en el mar la altura meridiana del sol, de 42° 28′; longitud 2 h. 36 m. O. de Greenwich; declinación calculada del sol 7° 22′ 13″ S; error de índice— 3′ 8″; elevación del ojo del observador 12 piés. Hallar la latitud:

Alt. inst. del borde inf del sol....	42° 28′
Error de índice....................	— 3′ 08″
Alt. aproxim. del borde inf.	42° 24′ 52″
Depres. por 12 piés de elevación del observador	— 3′ 31″
Altura apar. del borde inf. sob. el horizonte.........................	42° 21′ 21″
Semid. del sol el 1°................	+ 16′ 10″
Alt. apar. del centro del sol........	42° 37′ 31″

(a) La refracción, menos la paralaje del sol en el mar, es de 39″. La correción por la altura de 3700 metros en que se halla La Paz, es—13″=26″.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Refracción, menos paralaje..........	— 57″
Altura verdadera..................	42° 36′ 34″
Declinación calculada..............	—7° 22′ 13″
Alt. del ecuador sobre el horizonte	35° 14′ 21″
	90°
Latitud demandada................	54° 45′ 39″

El 18 de julio de 1878 [noche], se ha tomado la altura de *á* del triángulo del Sud, de 38° 36′ 16″, en el momento del paso por el meridiano de Cochabamba. Hallar la latitud:

Altura apar. del triángulo sobre el horizonte......................	38° 36′ 16″
Refracción (a)...................	— 57″
Altura verdadera.................	38° 35′ 19″
Declinación......................	68° 48′ 19″
Suma................	107° 23′ 38″
Cuarto de círculo...............	90°
Latitud de Cochabamba..........	17° 23′ 38″

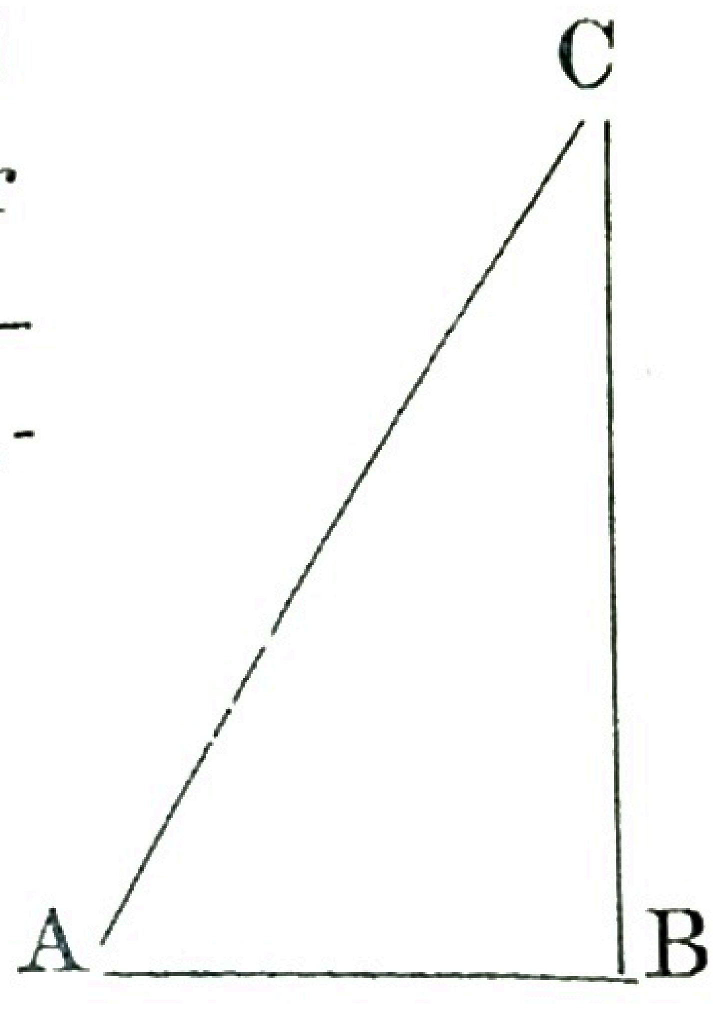
(a) La refracción de un astro á los 38° 36' de elevación sobre el horizonte es de 1' 11"en el nivel del mar; á una altura de 2500, metros como Cochabamba, es de 14" menos, es decir 57".

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

CAPÍTULO XI

Resolución de los problemas mas usuales en geografía y navegación

Una embarcación, partiendo del ecuador ha avanzado 283 millas hacia al N. E., $\frac{1}{4}$ N. ó sea 33° 45'. Hallar la latitud de la nave y la distancia que se ha separado del ecuador.



Tomemos un triángulo rectángulo A B C cuya hipotenusa es A C=283 millas. El problema se reduce á encontrar el lado B C.

Para esto, al logaritmo de la hipotenusa 283, se añade el logaritmo del coseno del rumbo 33° 45', y el resultado indica la distancia ó la latitud buscada.

Log. de 283.................... 2.45179
Cos 33° 45'.................... 9.91985

B C............... 2.37164. Este

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

logaritmo corresponde al nº 235 [millas] ó sean 235'=3º 55'; que es la latitud buscada.

¿Cuántos grados de longitud ha avanzado la nave hacia el E?

El problema se reduce á hallar el valor del lado A B.

Para esto, al logaritmo de la hipotenusa añado el del seno del rumbo, y la suma indica los grados de longitud que ha avanzado hacia el E.

Log. de la hip. 283.............. 2.45179
Sen. 33º 45'.................... 9.74474

A B.............. 2.19653. Este logaritmo corresponde al nº 157 (millas), ó sean 157'=2º 37' de longitud que se ha avanzado hacia el E.

En el caso anterior hemos supuesto que la nave ha partido del ecuador. Cuando el punto de partida no está en esta línea, sino en un paralelo, por ejemplo en el de 50º de latitud, entonces del valor del lado A B (157) se saca el logaritmo coseno de la latitud del paralelo (50º), y el residuo indica los grados de longitud que se buscan.

Log. del lado A B. 157........ 2.19653
Cosen. de la lat. 50º............ 9.80807

2.38846. Este logaritmo corresponde á 244=4º 4' que es lo que se ha avanzado en longitud hacia el oriente sobre el paralelo de 50º, ó sobre la línea del ecuador.

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

¿Qué extensión tendrá un grado del paralelo situado á los 48° de la latitud?

Al logaritmo de 60 (número de millas que tiene el grado) se añade el logaritmo coseno de 48° y la suma indica la extensión buscada.

Log: de 60....	1,77815
Cos. de 48°	9.82551

Añadiendo 2 de caract.......... 3.60366. Este logaritmo corresponde al n° 4015, y separando con una coma las dos cifras de la derecha por las 2 decenas que se ha añadido á la característica, se tiene 40, 15 [millas].

No siendo la tierra esférica, sino un esferoide aplastado por los polos, el cálculo se hace con mayor precisión teniendo en cuenta la paralaje de latitud. (Cap. V § IV).

El 20 de abril á las 3 $\frac{1}{4}$ de la tarde un vapor se hallaba á los 30° 7' de latitud N. y 19° 43' longitud O. de Greenwich. Se desea saber la distancia de South Hampton, la fecha y hora de la entrada al puerto. Velocidad del vapor, 12 millas por hora.

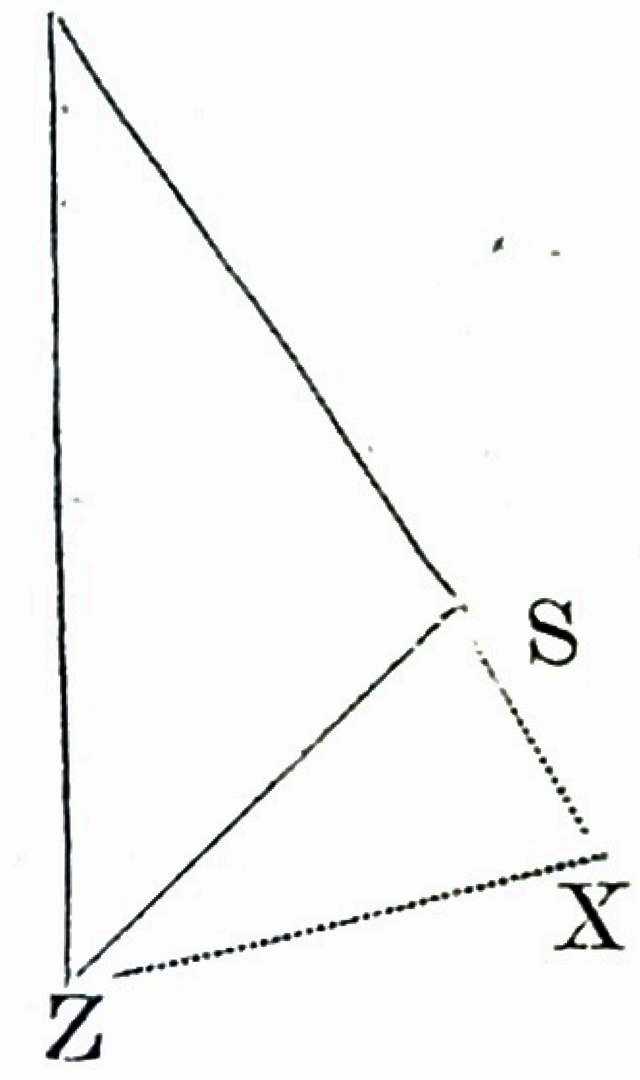
El problema se resuelve por medio del triángulo P. Z. S, tirando una perpendicular X Z sobre el lado P S, ó sobre su prolongación.

P S, distancia del polo á South—Hampton=90°—su latitud 50° 54′=39° 6′.

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
cudhis DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

P Z distancia del polo al vapor=90°—su latitud 30° 7'=59° 53'

Z S distancia de la embarcación al puerto: incógnita.



P X arco comprendido entre el polo y la perpendicular Z X.

P ángulo polar=19° 43' (longitud del vapor)—3° 44' (long. de South Hampton)=15° 59'.

Se hace la siguiente analogía:

R.: Cos. P 15° 59' :: tang. P Z 59° 53' : tang P X.

Cos 15° 59'....... 9.98288
Tang. 59° 53'.................... 0.23652

Suma................. 0.21940. Entre las tangentes este logaritmo corresponde á 58° 54' que es el valor del arco P X.

Vamos á encontrar el valor de S X.

P X............. 58° 54'
—P S........... 39° 6'

S X.............. 19° 48'

Con los valores encontrados P X y S X se forma esta siguiente analogía:

Cos. P X 58° 54' : Cos. S X 19° 48 :: Cos.

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

P Z 59° 53' : Cos Z S.

Cos. 19° 48'.....................	9.97353
Cos. 59° 53'.....................	9.70050
	19.67403
Cos. 58° 54'.....................	9.71310
	9.96093.

Entre los cosenos esta cifra corresponde á 23° 56', que es la distancia de la embarcación al puerto. Reduciendo á millas, se tiene 1436 millas, distancia de la embarcación á South Hampton, 1436 dividido por 12 millas (velocidad del vapor) = 119 h. 40 m. Luego 119 h. 40 m. = 4 días 23 h. 40 m.

Adelanto de horas en South Hampton....		1 h.	4 m.
Fecha dada: abril..	20	3	15
Entrad. á South H.	25 abril	3 h.	59 m.

Un viajero científico se ha estraviado en los dilatados desiertos del Beni. Desea saber qué distancias lo separan de las poblaciones más inmediatas, cuáles los rumbos que debe tomar; qué ríos, qué selvas debe atravesar.

Todos estos problemas se reducen á determinar la longitud y la latitud del lugar en que se encuentre el observador; y fijado dicho punto en el mapa, se determina con un compás el número de grados que median entre los puntos dados; el producto de esta cantidad por 25 indica en leguas la distancia que se desea conocer. Para

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

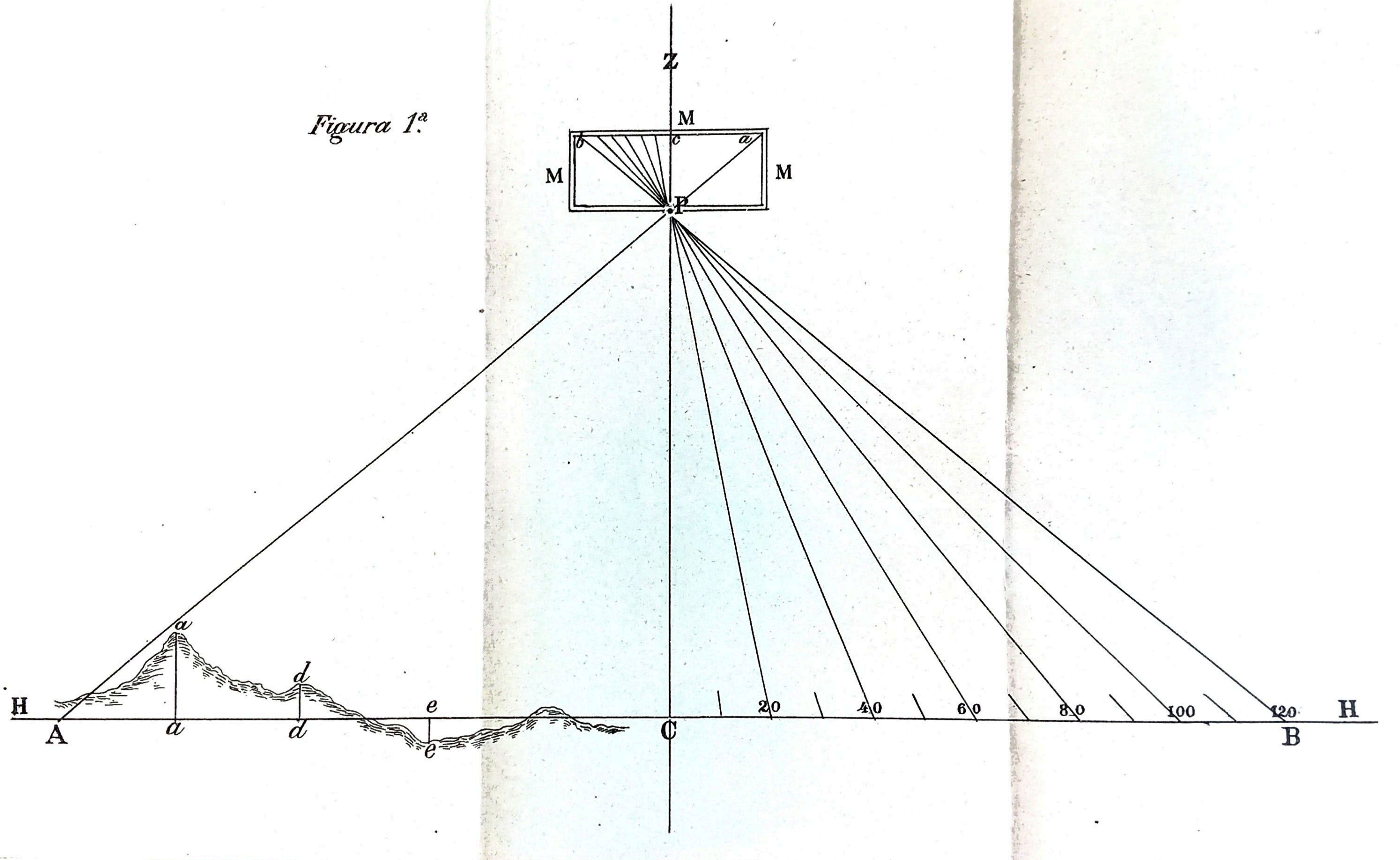
proceder con todo el rigor del cálculo, las distancias se determinan por medio del triángulo P Z S, como en el caso anterior.

FIN

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

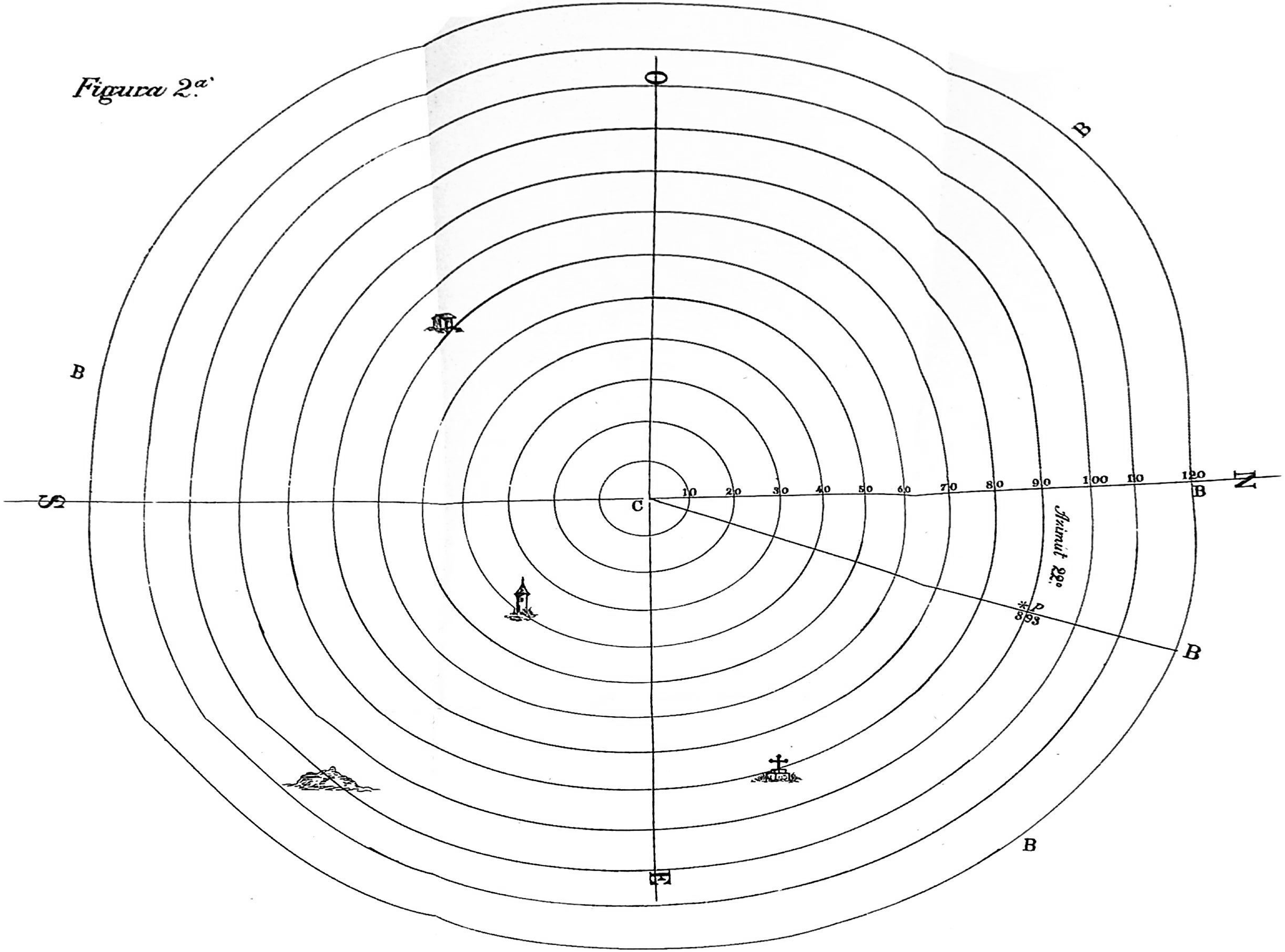
Figura 1ª



Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Figura 2.ª



Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS

DISU

UMSS

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

INDICE

PAJINAS

Agustín Aspiazu [por P. Kramer].... 1

Conferencias

PRIMERA CONFERENCIA.—En la Sociedad Geográfica de La Paz el 16 de Agosto de 1889 43

SEGUNDA CONFERENCIA.—Fórmulas para la resolución de algunos problemas de Geografía 58

Determinar el valor del grado de un paralelo cualquiera.................... 58

Determinar la gravedad en un lugar dado 60

Longitud del péndulo................ 64

Conclusión.......................... 66

TERCERA CONFERENCIA.—Sondeaje de los cielos 68

Mensura de las distancias de la tierra á la luna, al sol, y á los demás planetas.. 70

Distancias de las estrellas más próximas á la tierra.......................... 73

Mensura de la Vía-Láctea............ 76

CUARTA CONFERENCIA.—La meseta de los Andes. Extensión. Aspecto físico. Temperatura y presión atmosférica —Idea general de su flora y fauna.................. 81

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

El nuevo mundo en el período siluriano. Levantamiento de la meseta.......... 85
Formaciones geológicas. Su división en tres zonas. Depósito carboníferos...... 89
Fraccionamientos de los bordes de la meseta. Agentes niveladores........... 91
QUINTA CONFERENCIA.—Determinación de las longitudes terrestres por medio de la cintilación de los astros................. 96
En qué consiste la cintilación......... 98
Cuál es la causa de la cintilación...... 99
La cintilación es un fonómeno atmosférico ó celeste?...................... 101
Determinación de las longitudes geográficas............................... 102
SEXTA CONFERENCIA.—Modos adquisitivos de dominio en el Derecho Internacional. Límites de la Provincia de Caupolicán.... 106
SÉPTIMA CONFERENCIA.—Levantamiento de mapas y planos topográficos por la fotografía. Cámara oscura. Aparato Fotográfico... 120
Conos luminosos. Sus relaciones geométricas.............................. 121
Cartas fotográficas. Determinación de las distancias en el terreno. Comprobación de la bondad de un plano fotográfico............................... 122
Coordenadas de los mapas fotográficos. Radio. Azimut...................... 124
Ventajas é inconvenientes de la cámara oscura desprovista de objetivos. Reducción del círculo luminoso por las

cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

lentes converjentes. Corrección de ambos inconvenientes 125
Observaciones é indicaciones 126
Problemas 127

PROBLEMAS DE GEOGRAFIA Y ASTRONOMIA

ADVERTENCIA 133

Cálculos preparatorios

SECCION I.

Logaritmos

§ I Hallar los números y logaritmos que no están en las tablas 135
§ II Logaritmos de fracciones decimales 137
§ III Operaciones aritméticas por logaritmos 139
§ IV Valores de las líneas trigonométricas... 141

SECCION II.

Grados y tiempos

§ I Conversión de grados á tiempo y de tiempo á grados 145
§ II Conversión de un intervalo sideral cualquiera en tiempo medio, y al contrario 147
§ III Conversión del tiempo civil en tiempo astronómico y al contrario 148
§ IV Dada la hora de un lugar, hallar la de otro cuya longitud se conoce 150

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

IV

Principales problemas

Capítulo I Tiempo verdadero. Tiempo medio

Ecuación del tiempo.................. 153

Cap. II Ascenciones rectas

§ I Equinoccios. Precesión de los equinoccios. Ascensión recta................ 160
§ II Ascensión recta del sol................ 162
§ III Ascensión recta de la luna............ 164
§ IV Ascenciones rectas de los planetas..... 166
§ V Ascenciones rectas de las estrellas...... 169

Cap. III. Del tiempo sideral

§ I Tiempo sideral. Sus ventajas......... 170
§ II Aceleración del tiempo sideral. Retardo del tiempo medio.................... 172
§ III Tiempo sideral á mediodía medio..... 174
§ IV Conversión del tiempo sideral en tiempo medio............................... 176
§ V Conversión del tiempo medio en tiempo sideral............................. 178

Cap IV. Declinaciones de los astros en general

§ I Declinación del sol.................. 179
§ II Declinación de la luna................ 182
§ III Declinación de los planetas.......... 183
§ IV Declinación de las estrellas............ 185

Cap. V De las causas que alteran aparentemente las alturas de los astros

UMSS cudhis Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS DISU

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

§ I Refracción........................ 186
§ II Paralaje de los astros en general....... 189
§ III Semidiámetro del sol. Su paralaje..... 190
§ IV Semidiámetro de la luna. id. id...... 192

CAP. VI DETERMINACIÓN DE LAS HORAS

§ I Determinación de las horas por el paso de los astros por el meridiano......... 196
§ II Determinar las horas de la salida y entrada de los astros por las diferencias ascencionales........................ 203

CAP. VII DETERMINACIÓN DE LAS HORAS POR LAS ALTURAS DE LOS ASTROS

§ I Corrección de alturas................ 211
§ II De los ángulos horarios.............. 214
Determinar los ángulos horarios de los astros................................ 215
Determinar las horas de la salida y entrada de los astros por medio de los ángulos horarios.................... 222

CAP. VIII. DEL AZIMUT

§ I Azimut de los objetos terrestres. Azimut de los astros..................... 229
§ II Determinar la variación de la aguja magnética.............................. 233
§ III Determinar el desvío del anteojo...... 234

CAP. IX. LONGITUDES GEOGRÁFICAS

§ I Métodos para determinar las longitudes geográficas......................... 239
§ II Reducir las longitudes geográficas á otro meridiano........................ 243

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

CAP. X — LATITUDES GEOGRÁFICAS

§ I Altura del ecuador. Modo de determinar las altitudes........................ 245

CAP. XI. RESOLUCION DE LOS PROBLEMAS MÁS USUALES DE NAVEGACION.............. 250

UMSS
cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

cudhis
Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS
DISU
Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).

Centro Universitario de Documentación Histórica - UMSS

Digital access to this historical source, preserved at CUDHIS - UMSS, was made possible through the decisive support of the Dirección de Interacción Social Universitaria (DISU).